



## SCARLET SPUR ELMA ÇEŞİDİ ATIKLARININ BAZI FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Hülya ŞEN ARSLAN<sup>1\*</sup>, Sefa TOPUZ<sup>2,3</sup>, Sabire YERLİKAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman, Türkiye

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Fındık İhtisaslaşma Koordinatörlüğü, Giresun, Türkiye

<sup>3</sup>Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Giresun, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Atık Madde,  
Dondurarak Kurutma,  
Anti-Patojen.

### Öz

Bu çalışmada Scarlet Spur elma çeşidinin kabuğu, posası ve yaprakları dondurularak kurutulmuş ve toz hale getirilmiştir. Toz örneklerin nem (%) ve renk analizleri yapılmıştır. Kurutulan tozlar etanol:su (42:58 v/v) karışımıyla klasik yöntemle ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar ve meyve suyu arasında ABTS antioksidan aktivitesi (104,85 mg TE/g), DPPH serbest radikali indirme aktivitesi (9,96 mg TE/g) ve TFFM bakımından (84,72 ± 0,04 mg GAE/g) en yüksek değere sahip olan ekstraktın yaprağa ait olduğu belirlenmiştir. Kabuk, posa ve yapraktan elde edilen ekstraktların *Escherichia coli* ATCC 25922 (*E. coli*), *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (*S. aureus*), *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 (*L. monocytogenes*) patojenleri üzerine inhibisyon etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. 5 log kob/ml konsantrasyona sahip patojenler üzerine en yüksek etkiyi yapraktan alınan ekstraktlar göstermiştir. Yaprığın TFMM bakımından zengin olmasının bu etkiyi gösterdiği düşünülmektedir. Bu çalışma ile, elma atığı olarak düşünülen dokularından alınan ekstraktların patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal ajan olarak ve doğal antioksidan madde olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

## INVESTIGATION OF SOME FUNCTIONAL PROPERTIES OF SCARLET SPUR APPLE VARIETY WASTES

### Keywords

Waste,  
Lyophilization,  
Anti-Pathogen.

### Abstract

In this study, the peel, pulp, and leaves of the Scarlet Spur apple variety were freeze-dried and powdered. Moisture content (%) and color analyses were performed on the powdered samples. The dried powders were extracted using a conventional method with an ethanol:water (42:58 v/v) mixture. Among the extracts and juice, the leaf extract exhibited the highest values in terms of ABTS antioxidant activity (104.85 mg TE/g), DPPH free radical scavenging activity (9.96 mg TE/g), and total phenolic content (84.72 ± 0.04 mg GAE/g). It was observed that extracts obtained from peel, pulp, and leaves exhibited inhibitory effects on the pathogens *Escherichia coli* ATCC 25922 (*E. coli*), *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (*S. aureus*), *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 (*L. monocytogenes*). The leaf extract showed the highest effect on pathogens with a concentration of 5 log CFU/ml. It is thought that the richness of the leaf in total phenolic content contributes to this effect. This study demonstrates that extracts obtained from apple tissues, considered as waste, can be used as antimicrobial agents against pathogenic microorganisms and as natural antioxidant substances.

### Alıntı / Cite

Şen Arslan H., Topuz S., Yerlikaya S., (2024). Scarlet Spur Elma Çeşidi Atıklarının Bazı Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 12(4), 676-685.

### Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

H. Şen Arslan, 0000-0003-0116-9062  
S. Topuz, 0000-0003-4170-8913  
S. Yerlikaya, 0000-0001-9842-5848

### Makale Süreci / Article Process

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Başvuru Tarihi / Submission Date | 06.06.2024 |
| Revizyon Tarihi / Revision Date  | 25.10.2024 |
| Kabul Tarihi / Accepted Date     | 25.10.2024 |
| Yayın Tarihi / Published Date    | 25.12.2024 |

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: hsenarlan@kmu.edu.tr, +90-338-226-2000-5453

## INVESTIGATION OF SOME FUNCTIONAL PROPERTIES OF SCARLET SPUR APPLE VARIETY WASTES

Hülya SEN ARSLAN<sup>1†</sup>, Sefa TOPUZ<sup>2,3</sup>, Sabire YERLIKAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Karamanoglu Mehmetbey University Faculty of Engineering, Food Engineering Department, Karaman, Türkiye

<sup>2</sup>Giresun University, Hazelnut Specialization Coordinatorship, Giresun, Türkiye

<sup>3</sup>Giresun University, Şebinkarahisar School of Applied Sciences, Food Technology Department, Giresun, Türkiye

---

### Highlights

---

- Scarlet Spur wastes have functional compounds that known as phenolic compounds.
- Phenolic compounds obtained from Scarlet Spur parts have antioxidant and antimicrobial effect.
- Health benefits and functional properties has proven in this study.
- It is found that the most effective parts are leaves.

---

### Purpose and Scope

The reason of this study is valorization and determination of functional properties of apple wastes such as leaves peel and pulp. For this purpose, antioxidant characteristics and antimicrobial effect of bioactive compounds obtained from apple wastes on pathogen bacteria.

### Design/methodology/approach

Fruits and fruits part has phenolic compounds that include secondary metabolites. Fruits and wastes have high amount of phenolic compounds. Peel, pulp and leaves are considered as wastes and industrial waste. If wastes had reused and regained to the economy there would reach lower waste and gained functional compounds. Phenolic compounds have health benefits and functional properties. It is known that, phenolic compounds have antioxidant and antimicrobial activity. Also known that, apple fruits and tree parts have phenolic compounds. Scarlet Spur type apples are chosen and squeezed and taken into parts peel, pulp and fruit juice also leaves collected from the same type trees. Peel, pulp and leaves are dried and used in extraction with certain ratios of solvent for experimentation. Extracts and fruit juice are used in total phenolic content and antioxidant activity and antimicrobial activity analysis.

### Findings

It was found that, leaves extract has the most antioxidant activity, total phenolic content and antioxidant activity. The most antimicrobial effects with respect to the microbial concentration is found at 5 log kob/ml. Also it is found that, supportive researches in literature about findings in this study.

### Research limitations/implications

In this study, extraction was performed using the classical method. Extraction can be done using different methods.

### Practical implications

The study was conducted under in vitro conditions. Its effects on human health can be investigated through in vivo studies.

### Originality

In spite of the studies made before about apples, new type of apple is examined in this study.

---

<sup>†</sup> Corresponding Author: hsenarlan@kmu.edu.tr, +90-338-226-2000-5453

## 1. Giriş (Introduction)

Döngüsel ekonomi, genellikle "sıfır atık" yaklaşımı olarak adlandırılan, malzeme azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanımı kapsayan bütüncül bir stratejidir. Küresel atık üretiminde önümüzdeki yıllarda önemli bir artış öngörülmektedir (Kaza vd., 2018; Wani vd., 2021). Artan küresel çevre bilinci ve hızla artan atık üretimi, döngüsel ekonomi yaklaşımının uygulanması fikrini güçlendirmiştir. Tarımsal atıkların ise yıllık yaklaşık 2 milyar ton olduğu tahmin edilmekte ve bu atıkların geri dönüşümünün döngüsel ekonominin uygulanmasında önemli bir yeri bulunmaktadır (Dhamodharan vd., 2022; Rather vd., 2022). Tarımsal atıkların ve gıda atıklarının geri dönüşümünü yönetmek oldukça zordur ve her yıl milyarlarca ton yenilebilir ürün çöpe atılmaktadır (Bhat vd., 2024).

Dünya genelinde elma (*Malus domestica*) portakal, muz ve üzümünden sonra en çok tüketilen meyveler sıralamasında dördüncü sıradadır (Musacchi ve Serra, 2018). Küresel olarak tahmini elma üretimi 89 milyon ton olup, bunun 43,7 milyon tonunu Çin üretmektedir (Magyar vd., 2016). Diğer önemli üretici ülkeler olan Türkiye ve ABD sırasıyla %4,2 ve %5,6'lık üretim oranlarına sahiptir. Coğrafi konum, çeşit ve hasat zamanı gibi çeşitli faktörler elma üretimini ve bileşimini etkilemektedir (Lyu vd., 2020; Skinner vd., 2018). Elmalar, içerdiği yüksek miktardaki antioksidanlar sayesinde vücudu serbest radikallerin zararlı etkilerinden korur. Özellikle polifenoller, flavonoidler ve C vitamini gibi bileşenler, hücreleri oksidatif strese karşı savunarak yaşlanmayı geciktirir, kalp hastalıkları riskini azaltır ve bağışıklık sistemini güçlendirir. Elmaların bu antioksidan özelliği, genel sağlık üzerinde olumlu etkiler yaratırken, kronik hastalıklara karşı da koruma sağlar. Bazı bilim insanları tarafından, meyve suyu endüstrisinin yan ürünleri doğal bir antioksidan ve diyet lifi kaynağı olarak önerilmiştir (Will vd., 2000). Elma suyu üretiminde, meyve ağırlığının yaklaşık %75'i oranında elma suyu çıkarıldığı ve kalan kısmının ise atık veya posa olarak atıldığı bilinmektedir (Lyu vd., 2020; Rabetafika vd., 2014; Malec vd., 2014).

Elma posası, dünya genelinde atık olarak yılda yaklaşık 4 milyon ton açığa çıkmakta ve mikroorganizmalar tarafından iyi bir besin maddesi olarak hızlıca kullanılması nedeniyle çevre kirliliği açısından potansiyel bir tehdit oluşturabilmektedir (Gołębiewska vd., 2022). Ayrıca, ABD'de elma posasının bertaraf edilmesinin yıllık maliyeti 10 milyon ABD doları olarak rapor edilmiştir (Awasthi vd., 2021). Bu bağlamda, elma posasının ticari uygulaması giderek daha popüler bir araştırma konusu haline gelmektedir. Şu anda yem katkı maddesi, gıda bileşeni ikamesi için besin takviyesi olarak kullanılmaktadır (Skinner vd., 2018). Bu nedenle, elma posasının katma değerli gıda ürünlerinin geliştirilmesinde verimli bir şekilde kullanılması için yenilikçi araştırma stratejilerine ihtiyaç vardır (Arun vd., 2020).

Bu çalışmanın amacı meyvenin sadece yenilebilir kısımlarını değil aynı zamanda atık olarak nitelendirilen meyve hariç bitki dokularının da fonksiyonel özelliklerinin değerlendirilmesidir. Bu çalışmada Scarlet Spur elma çeşidinin posası, kabuğu, yaprağı ve meyve suyunda bulunan biyoaktif bileşenlerin patojenler üzerine etkisi ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot (Materials and Methods)

### 2.1. Materyal (Materials)

Araştırmada Scarlet Spur elma çeşidi ve yaprakları Karaman ilinde bulunan ağaçlardan 2023 Ekim ayının ilk haftası toplanıp Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarına getirilmiştir.

### 2.2. Metot (Methods)

#### 2.2.1. Elmaların Hazırlanması (Preparation of Apples)

Laboratuvara getirilen elmalar kaba kirlerinden uzaklaştırması için yıkanmıştır. Elmaların yaprağı ayrılıp ve kabuğu soyulduktan sonra katı meyve sıkacağı (Bosch, Almanya) kullanılarak meyve suyu ve posa çıkarılmıştır. Meyve suyu kaba filtre kağıdından süzülerek kullanılmaya kadar -18 °C' de muhafaza edilmiştir. Posa, yaprak ve kabuklar (-18)°C'de 2 saat süreyle dondurulmuştur. Dondurulmuş numuneler liyofilizatörde (ScanvacCoolSafe 4-15 L Freeze Dreyer 95/55-80, Lynge, Danimarka) -101°C'de 3 gün boyunca kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örnekler toz haline getirilinceye kadar öğütülmüştür ve bekleme olmadan ekstraksiyon işlemine alınmıştır.

#### 2.2.2. Elma Dokularının Ekstraksiyonu (Extraction of Apple Tissues)

Toz elma dokularına (5 g) 50 ml etanol:su 42:58 (V/V) oranında ilave edilmiştir, 25°C ve 150'e ayarlanmış çalkalamalı su banyosunda 24 saat bekletilmiştir. Ekstraktlar 10 dk 4°C 4000 rpm'de santrifüj edilerek üstte kalan kısım kaba filtre kağıdından geçirilerek süzöntü elde edilmiştir. Elde edilen süzöntüler analiz süresine kadar (-18)°C'de depolanmıştır (Özpinar vd., 2013).

### 2.2.3. Nem Tayini (%) (Moisture Content Analysis)

Kuru madde kaplarına 0.01 g hassasiyet ile 5 kurutulmuş elma dokuları ayrı ayrı tartılacaktır. Bu kaplar  $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde 18 saat süre ile sabit ağırlık elde edilinceye kadar tutulacak ve örneklerin içerisindeki suyun tamamen uzaklaşması sağlanacaktır. Örneklerde meydana gelen kayıp, başlangıçtaki örnek ağırlığına bölünüp elde edilen değer 100 ile çarpılarak her bir örneğin nem içerikleri (%) ayrı ayrı belirlenecektir (AOAC, 2000).

### 2.2.4. Renk Tayini (Color Analysis)

Numunelerin renk analizi Hunter Lab kolorimetresi ile yapılmıştır (Hunt vd., 1991).

### 2.2.5. pH Tayini (pH Analysis)

Elma dokusu ekstraktlarının ve elma suyunun pH değerleri bir pH metre yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir (Lambooj vd., 1999).

### 2.2.6. Toplam Fenolik Madde Tayini (Total Phenolic Content Analysis)

Ekstraktların ve meyve suyunun fenolik fraksiyonlarının toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir ve sonuçlar elma tozu dokularının gramı başına miligram gallik asit eşdeğeri (mg GAE) olarak ifade edilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

### 2.2.7. DPPH Radikal Süpürücü Aktivitesi (DPPH Radical Scavenging Activity)

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikal süpürme aktivitesi tayini Şen Arslan (2023)'e göre gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, elma dokularında gram başına mg troloks eşdeğeri (TE) olarak ifade edilmiştir.

### 2.2.8. ABTS<sup>+</sup> Radikal Süpürücü Aktivitesi (ABTS<sup>+</sup> Radical Scavenging Activity)

ABTS<sup>+</sup> (2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiyazolin-6-sülfürik asit) radikal süpürme aktivitesi tayini Miller vd. (1993)'in metodu modifiye edilerek kullanılmış ve sonuçlar elma dokularının gramı başına mg troloks eşdeğeri (TE) olarak ifade edilmiştir.

### 2.2.9. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi (Determination of Antimicrobial Activity)

$-18^{\circ}\text{C}$ 'de depo edilen stok kültürlerden (*E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923, *L. monocytogenes* ATCC 7644) ayrı ayrı birer öze alınarak Nutrient Broth besiyerine aktiveleştirme yapılmıştır. Patojenlerin  $10^3$  ve  $10^5$  log kob/ml konsantrasyonlarının üzerine elma dokularından %10 konsantrasyonu ilave edilip, örnekler  $25^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda *E. coli* için Eosin Methylen Blue Agara; *S. aureus* için Baird Parker Agara; *L. monocytogenes* için Oxford Selective Agara yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan bütün petripler  $37^{\circ}\text{C}$  inkübasyona bırakılmış ve 24 saat sonunda gelişen koloniler log kob/ml olarak ifade edilmiştir (Şen Arslan ve Sarıçoban, 2023).

### 2.2.10. Mikroskopik Görüntü Alma (Microscopic Imaging)

Görüntüler, 160 kat büyütme gücüne sahip bir stereo mikroskop (LEICA S8AP0) kullanılarak elde edilmiştir (Yerlikaya ve Şen Arslan, 2019).

### 2.2.11. İstatistiksel Analiz (Statistical Analysis)

Metot kısmında bahsedilen analizlerden elde edilen sonuçlar, SPSS 22 (IBM Corp., Armonk, New York, ABD) istatistik programı kullanılarak One-Way ANOVA varyans analizleri ile değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar ise aynı programda Tukey çoklu karşılaştırma testi ile  $p<0,05$  önem seviyesinde test edilmiştir.

## 3. Araştırma Bulguları ve Tartışma (Result and Discussion)

### 3.1. Nem, Renk ve pH (Moisture Content, Color and pH)

Scarlet Spur cinsi elmanın kabuk, posa ve yapraklarının dondurularak kurutulmasıyla elde edilen tozların nem, renk ve tozlardan elde edilen ekstraktların pH değerleri Tablo 1' de gösterilmektedir.

Tablo 1'den de görüleceği gibi elmanın farklı dokularının kurutulmasıyla elde edilen nem değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En yüksek nem oranı posada (%5,44) bulunurken; yaprağın (%2,56) en düşük nem oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Posanın nem miktarının yüksek olması içerisinde bir miktar meyve suyu barındırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca posada bulunan çekirdek ve çekirdek evi de nem miktarını etkileyebilir. Elma meyvesinin mikrodalga-vakum kurutucuda ve mikrodalga-vakum destekli puf yapı kazandırarak kurutulmasıyla elde edilen örneklerin nem oranları %5,98 – 6,56 arasında ölçülmüştür (Bulantekin, 2021). Huang vd. (2011), Li vd. (2014), Yi vd. (2016), Bi vd. (2015), An vd. (2015) elmaların kurutulmasıyla elde edilen nem oranlarını ise sırasıyla %~6, ~5, ~6, 4,9-6,5 ve ~5 olarak rapor etmiştir. Bulunan nem (%) miktarları bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

**Tablo 1.** Elma dokularından elde edilen tozların ve meyve suyunun nem, renk ve bu tozlardan elde edilen ekstraktların ve meyve suyunun pH değerleri (Moisture content, and color values of fruit juice and powder obtained from apple tissues and pH values of fruit juice and extracts obtained from apple tissues powder)

| Örnekler   | Nem (%)                 | $L^*$                    | $a^*$                    | $b^*$                    | pH                      |
|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Posa       | 5,44 <sup>a</sup> ±0,22 | 65,00 <sup>b</sup> ±0,01 | -0,62 <sup>b</sup> ±0,85 | 30,34 <sup>a</sup> ±0,05 | 6,41 <sup>b</sup> ±0,03 |
| Kabuk      | 4,11 <sup>b</sup> ±0,13 | 70,89 <sup>a</sup> ±0,01 | 8,20 <sup>a</sup> ±0,03  | 23,49 <sup>b</sup> ±0,04 | 6,41 <sup>b</sup> ±0,01 |
| Yaprak     | 2,56 <sup>c</sup> ±0,23 | 36,38 <sup>c</sup> ±0,01 | -3,84 <sup>c</sup> ±0,12 | 19,54 <sup>c</sup> ±0,15 | 6,91 <sup>a</sup> ±0,16 |
| Meyve suyu | Saptanmadı              | 1,42 <sup>d</sup> ±0,07  | -0,97 <sup>b</sup> ±0,24 | 0,14 <sup>d</sup> ±0,82  | 4,74 <sup>c</sup> ±0,01 |

Örnek çeşidinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Tablo 1). En yüksek  $L^*$  değeri kabukta (70,89) bulunurken; en düşük  $L^*$  değeri meyve suyunda (1,42) tespit edilmiştir. Antosiyaninlerin kırmızı meyvelerde bulunduğu bilinmektedir. Bu sebeple kabuğun daha parlak sonuç vermesi beklenen bir durumdur. Posa bileşiminde birçok madde barındırdığı için yaprak ve meyve suyuna oranla daha parlak bir görüntü vermiştir.

En yüksek  $a^*$  değeri kabuk (8,20) örneğinde bulunurken; en düşük  $a^*$  değerinin yaprakta (-3,84) olduğu tespit edilmiştir. Scarlet Spur cinsi elma kırmızı renkli olduğu için kabuğun diğer örneklerle göre  $a^*$  değerinin yüksek olması tutarlı bir sonuç vermektedir. Soyulan elma kabuklarında elma etinin de bulunmasından dolayı kabuğun  $a^*$  değerini düşürmüştür. Yaprakta klorofil pigmentinin bulunması sebebiyle  $a^*$  değerinin yeşile daha yakın olduğu görülmektedir.

En yüksek  $b^*$  değeri posada (30,34) bulunurken; en düşük  $b^*$  değeri meyve suyunda (0,14) tespit edilmiştir. Posaya elma etinden geçen madde miktarı fazla olduğu için daha sarımsı görüntü alınmıştır. Elma meyve suyu berrak bir renk verdiği için meyve suyunun sarılığının az olması berraklığından kaynaklanmaktadır.

Çetin (2021), farklı kurutma yöntemleri kullanarak elde ettiği sonuçlara göre; Golden Delicious elma çeşidinin en yüksek değerlerini  $L^*$  değeri dondurarak (72,51),  $a^*$  değeri konvektif (16,82),  $b^*$  değeri konvektif (33,53) kurutmada elde etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, elma kabuğu liflerinin kurutulmasıyla elde edilen  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri sırasıyla 69,96, 11,81 ve 13,42 olarak bulunmuştur (Gürpınar vd., 2022). Kurutma yönteminin farklı olmasının yanında meyve kabuğu rengi elma cinsine göre değişmektedir. Farklı bir çalışmada ise elma kabuğu rengi bakımından en parlak çeşidi Golden Delicious ve Granny Smith oluştururken, elma kabuğu bakımından en mat çeşit Starkrimson Delicious olmuştur. Granny Smith ve Pink Lady'nin  $a^*$  değerleri sırasıyla -15,56; 31,11, Starkrimson Delicious ile Granny Smith  $b^*$  değerleri sırasıyla 19,2, 46,1 arasında değişim göstermektedir (Turan ve Karlıdağ, 2022).

En yüksek pH değeri yaprakta (6,91) elde edilen ekstraktlarda bulunurken; en düşük pH değeri meyve suyunda (4,74) tespit edilmiştir (Tablo 1). Kabuk ve posadan alınan ekstraktların pH'sı arasında istatistiksel olarak fark yoktur ( $p>0,05$ ). Ancak meyve suyu ve ekstraktlar arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ ). Elmada baskın olarak malik asit bulunmasından dolayı meyve suyunun asitliği yüksek ve bu sebeple pH'sı düşüktür. Mertoğlu ve Evrenseloğlu (2019) farklı elma çeşitlerinin fiziksel özelliklerini incelediği çalışmada elma çeşitlerinin, pH değerlerini 3,00 ile 4,87 arasında bulmuştur.

### 3.2. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivite (Total Phenolic Content and Antioxidant Activity)

Posa, kabuk, yaprakta etanol:su (42:58 v/v) ile alınan ekstraktların ve meyve suyunun toplam fenolik madde miktarı (TFMM) değerleri galik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Elma dokularından elde edilen ekstraktların ve meyve suyunun toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri (Total phenolic content and antioksidan activity of apple tissue powder and fruit juice)

| Örnekler   | TFMM<br>(mg GAE/g)       | ABTS<br>(mg TE/g)         | DPPH<br>(mg TE/g)       |
|------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Posa       | 1,91 <sup>c</sup> ±0,02  | 1,12 <sup>c</sup> ±0,07   | 0,23 <sup>c</sup> ±0,02 |
| Kabuk      | 14,13 <sup>b</sup> ±2,47 | 42,00 <sup>b</sup> ±1,68  | 3,48 <sup>b</sup> ±0,56 |
| Yaprak     | 84,72 <sup>a</sup> ±2,62 | 104,85 <sup>a</sup> ±3,56 | 9,96 <sup>a</sup> ±0,89 |
| Meyve suyu | 3,43 <sup>c</sup> ±0,49  | 2,90 <sup>c</sup> ±0,10   | 0,36 <sup>c</sup> ±0,01 |

Tablo 2' ye göre ekstraktlar ve meyve suyunda TFMM bakımından aralarında istatistiki olarak fark oluşmuştur ( $p < 0,05$ ). Ekstraktlar içinde TFMM gallik asit eşdeğeri cinsinden yaprağın (84,72 mg/g) en yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur. TFMM içeriği bakımından yaprağı sırasıyla kabuk ve meyve suyu izlemiştir. En az TFMM posaya (1,91 mg GAE/g) aittir. Fenolik madde miktarı bakımından şeftali yaprağı ile bu çalışmadaki elma yaprağı kıyaslandığında elma yapraklarının daha yüksek miktarda fenolik madde içerdiği bulunmuştur (Şen Arslan vd., 2021). Fenolik bileşiklerin bileşimi ve içeriğindeki varyasyon üzerine yapılan bilimsel araştırmaların kapsamlı verileri, elma yapraklarından elde edilen ham maddenin pratik tıpta potansiyel bir fenolik bileşik kaynağı olarak kullanılmasına yönelik amaçlı çalışmalar yapılmasını sağlayacağı düşünülmektedir (Liaudanskas vd., 2014).

Biyolojik olarak aktif bileşikler, elma yapraklarında bulunan fenolik bileşiklerle zenginleştirilmiş diyet takviyeleri ve kozmetik preparatların üretimine yol açabilir. Küçük ölçekli çalışmalar, yaprakların kimyasal bileşimi üzerine yayınlanmış olup, bu çalışmalarda ana fenolik bileşikler olarak phloretin glikozitler, fenolik asitler, kateşinler ve bazı kuersetin glikozitler tanımlanmıştır (Bonarska-Kujawa vd., 2011). *Venturia inaequalis* kaynaklı enfeksiyonlarla ilişkili olarak elma yapraklarındaki fenolik bileşiklerin bileşimi ve içeriği üzerine diğer çalışmalar da yapılmıştır. Meyve bitkilerinde biriken fenolik bileşikler, bitkinin farklı mantar hastalıklarına ve çeşitli streslere karşı savunma mekanizmasında önemli bir rol oynamaktadır (Hua vd., 2014).

Antioksidan aktivite tayini için mekanizmalarının farklı olmasından dolayı ABTS ve DPPH yöntemleri kullanılmıştır. Ancak sonuçların daha kolay kıyaslanabilmesi için antiradikal aktivite Troloks Eşdeğeri (TE) olarak ifade edilmiştir (Şen Arslan ve Çam, 2022).

Her iki yöntemle de antioksidan aktiviteye bakıldığında ekstraktlar ve meyve suyu arasındakiler fark önemlidir ( $p < 0,05$ ). ABTS yöntemi bakımından antioksidan kapasitesi incelendiğinde en yüksek değer yapraktan (104,85 mg TE/g) elde edilmiştir. Yaprığı sırasıyla kabuk, meyve suyu ve posa takip etmektedir. DPPH yönteminde ise antioksidan aktivite ABTS yöntemiyle benzer bir sıralama vermektedir. En yüksek aktivite yine yaprağa (9,96 mg TE/g) ait iken en düşük aktivite posaya (0,23 mg TE/g) aittir. Yöntemlerin mekanizmalarının farklı olmasından kaynaklı olarak antioksidan aktivite değerlerinin farklı sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Fenolik bileşikler, doğal antioksidanlar olarak serbest radikalleri temizler ve üretimlerini inhibe eder, böylece fenolik madde miktarı arttıkça antioksidan aktivitenin arttığı gözlemlenmiştir (Tablo 2).

ABTS ve DPPH yöntemleri arasında birkaç fark vardır, bu da TE değerlerinin farklı olmasına neden olur. Bazı araştırmacılar, DPPH yöntemiyle belirlenen TE değerlerinin ABTS yöntemiyle belirlenenlerden daha düşük olduğunu belirtmektedir (Lee ve ark., 2024; Peng ve ark., 2024); muhtemelen DPPH yönteminin daha fazla sınırlamaya sahip olmasından dolayıdır. ABTS radikal katyonu (ABTS•+) su ve organik çözücülerde çözünür, bu da hidrofobik ve lipofilik bileşiklerin antiradikal aktivitesinin belirlenmesine olanak tanır (Doan ve ark., 2024; Khan ve ark., 2024). DPPH• radikalleri ise sadece organik çözücülerde çözünür, bu da hidrofobik antioksidanların antioksidan aktivitesinin değerlendirilmesini sınırlar (Nguyen ve ark., 2021; Lee ve ark., 2017). Ayrıca, ABTS•+ temizleme aktivitesine sahip bazı bileşiklerin DPPH• temizleme aktivitesi göstermeyebileceği ve ABTS•+ temizleme reaksiyonunun bazı ürünlerinin antioksidan kapasiteye önemli katkıda bulunabileceği ve ABTS•+ ile sürekli olarak reaksiyona girebileceği bildirilmiştir (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015).

### 3.3. Antimikrobiyal Aktivite (Antimicrobial Activity)

Posa, kabuk ve yapraktan etanol:su ile alınan ekstraktların ve meyve suyunun patojenler üzerindeki inhibitör etkisinin ortalama değerleri Tablo 3' te gösterilmiştir. Elmadan doğrudan elde edilen meyve suyunun patojenler üzerine inhibitör etkisinin olmadığı hatta ekstrakt çözgeni olarak kullanılan kontrolden (etanol/su) bile daha az etkiye sahip olduğu görülmüştür. Çünkü meyve suyu besin bakımından zengin bir içeriğe sahiptir. Bu sebepten patojenleri inhibe etme ihtimali çok düşüktür. Meyve suyu haricinde; dokulardan alınan ekstraktların *S. aureus*, *E. coli* ve *L. monocytogenes* üzerindeki inhibitör etkisinin (log kob/ml) istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 3.** Elma dokularından elde edilen ekstraktların ve meyve suyunun farklı konsantrasyonlardaki patojenler üzerine etkisi (Effect of fruit tissue extracts and fruit juice on pathogens of different concentrations)

| Örnekler          | <i>S. aureus</i>         |                          | <i>E. coli</i>          |                          | <i>L. monocytogenes</i> |                          |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                   | 3 log kob/ml             | 5 log kob/ml             | 3 log kob/ml            | 5 log kob/ml             | 3 log kob/ml            | 5 log kob/ml             |
| <b>Kontrol</b>    | 1,62 <sup>ab</sup> ±0,14 | 3,61 <sup>ab</sup> ±0,10 | 2,08 <sup>b</sup> ±0,05 | 3,89 <sup>ab</sup> ±0,05 | 2,59 <sup>a</sup> ±0,14 | 4,52 <sup>a</sup> ±0,02  |
| <b>Yaprak</b>     | 0,92 <sup>b</sup> ±0,74  | 2,54 <sup>c</sup> ±1,25  | 2,01 <sup>b</sup> ±0,07 | 2,88 <sup>b</sup> ±1,56  | 2,74 <sup>a</sup> ±0,07 | 2,91 <sup>b</sup> ±0,03  |
| <b>Posa</b>       | 1,02 <sup>b</sup> ±0,79  | 3,44 <sup>bc</sup> ±0,09 | 1,98 <sup>b</sup> ±0,13 | 3,83 <sup>ab</sup> ±0,11 | 2,44 <sup>a</sup> ±0,05 | 3,53 <sup>a</sup> ±0,03  |
| <b>Kabuk</b>      | 0,72 <sup>b</sup> ±0,56  | 3,24 <sup>bc</sup> ±0,14 | 1,94 <sup>b</sup> ±0,18 | 3,83 <sup>ab</sup> ±0,06 | 2,50 <sup>a</sup> ±1,14 | 3,21 <sup>ab</sup> ±1,18 |
| <b>Meyve suyu</b> | 2,91 <sup>a</sup> ±0,11  | 4,87 <sup>a</sup> ±0,21  | 2,85 <sup>a</sup> ±0,15 | 4,98 <sup>a</sup> ±0,06  | 3,00 <sup>a</sup> ±0,12 | 4,93 <sup>a</sup> ±0,07  |

*S. aureus*, *E. coli* ve *L. monocytogenes* patojenlerinin 3 log kob/ml konsantrasyonunda, kabuk ekstraktlarının en yüksek inhibisyon etkisini gösterdiği, ancak 5 log kob/ml konsantrasyonunda ise yaprak ekstraktlarının bu etkiyi gösterdiği gözlemlenmiştir. Posadan alınan ekstraktlarında patojenler üzerinde inhibitör etkisi olduğu bulunmuştur. Patojenleri inhibe etme oranına göre sıralandığında, en yüksek inhibisyon *S. aureus*'ta ve en düşük inhibisyon ise *L. monocytogenes*'te gözlenmiştir. Patojenlerin konsantrasyonları arttıkça, yaprak ekstraktının inhibisyon aktivitesinde daha belirgin bir artış göstermesinin nedeni, diğer ekstraktlardan daha yüksek miktarda TFMM içermesidir.

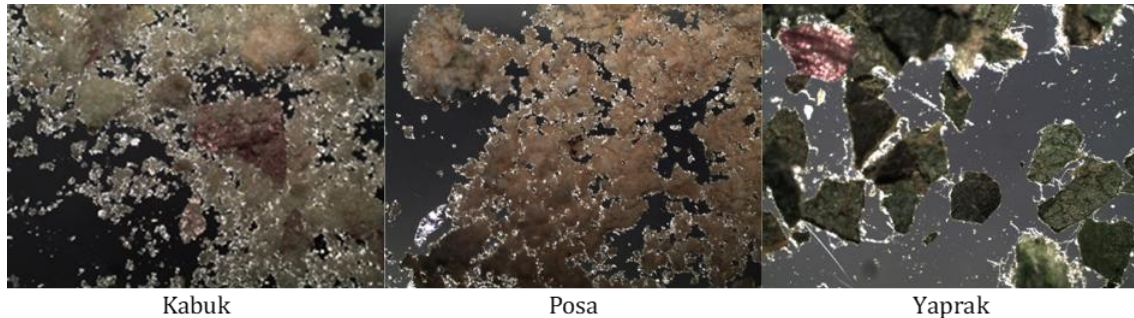
Bu çalışmada doğrudan elmadan elde edilen meyve suyunun bakterilere karşı etkisiz olduğu sonucunun, Jelodarian ve arkadaşlarının (2013) çalışmasıyla tutarlılık gösterdiği belirtilmiştir. Jelodarian ve arkadaşlarının (2013) çalışmasında, İran'da yetiştirilen dört farklı elma çeşidinden elde edilen özütlerin, çözücü kullanılmadan *E. coli* ve *S. aureus* üzerindeki antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. Bulgular, sadece bir elma çeşidinin *E. coli*'ye karşı inhibisyon zonu gösterdiğini ve sadece bu çeşidin *Staphylococcus epidermidis* ve *Klebsiella pneumoniae*'ya karşı inhibitör etki gösterdiğini ortaya koymuştur.

Kocabaş ve arkadaşlarının (2015) çalışmasında, Granny Smith, Golden Delicious ve Red Delicious olmak üzere üç farklı elma çeşidinin özütleri, meyve eti ve kabukları fırında kurutulularak ve saf su kullanılarak Soxhlet özütleme yöntemiyle hazırlanmıştır. Bu özütlerin *E. coli*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *S. aureus* ve *Agrobacterium tumefaciens* gibi bakterilere karşı antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, meyve eti ve kabuk özütlerinin hiçbirinin *E. coli*'ye karşı inhibisyon göstermediğini, ancak *S. aureus*'a karşı *Red Delicious* ve *Granny Smith* meyve eti özütleri ile *Golden Delicious* kabuk özütünün etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Sunilson ve arkadaşları (2016), Fuji elmasından petrol eteri, etanol ve su çözücülerini kullanarak maserasyon yöntemiyle elde ettikleri özütün *S. aureus* üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, petrol eteri özütünün etkisiz olduğunu; ancak, etanol ve su özütlerinin inhibitör etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

### 3.4. Mikroskopik Görüntü (Microscopic Image)

Görüntüler ekstraksiyon işleminden hemen önce kuruyan örnekler parçalandıktan sonra alınmıştır. Depolama süresince örneklerin havadan nem çekmesi ve mikrobiyolojik kalitelerinde değişiklikler olabileceği göz önünde bulundurulduğundan depolama yapılmadan görüntüler alınmıştır. Şekil 1'de elma dokularının kurutulup öğütüldükten sonraki tozlarının mikroskopik görüntüleri görülmektedir. Bütün örneklerin kristal bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 1.** Elma dokularının mikroskopik görüntüleri (Microscopic images of apple tissues)

Scarlet Spur elma çeşidinin kırmızı renkli olmasından dolayı kabuk kırmızı rengi vermiştir. Dondurarak kurutma ile elma kabuğu ve posasında daha homojen görüntü oluşmasına sebep olmuştur. Örnekler keskin kenarlı olup

düzensiz parçacıklar halinde olduğu gözlemlenmektedir. Farklı kurutma örnekleri kullanılarak yapılan çalışmalarda da dondurarak kurutulan örneklerin boyut ve formlarının farklı olduğu vurgulanmıştır (Yerlikaya ve Şen Arslan, 2019, 2023; Özdemir vd., 2021).

#### 4. Sonuç (Conclusion)

Fenolik bileşikler, bitkilerde yaygın olarak bulunan ve ikincil metabolitler olarak sentezlenen maddelerdir. Bu bileşikler, besinlerin stabilitesi, rengi ve kalitesi gibi pek çok özelliğin korunmasında önemli rol oynar. Meyvelerin yenilebilir kısımları genellikle biyoaktif bileşenler açısından zengin olarak bilinirken, son zamanlarda bitkisel atıkların da fonksiyonel bileşen kaynağı olarak kullanımına yönelik ilgi artmaktadır. Bu çalışmada, sadece elmanın yenilebilir kısımları değil, aynı zamanda atık olarak değerlendirilen meyve dışı bitki dokularının da fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. Yaprak ekstaktı fenolik madde miktarı bakımından en yüksek değere sahiptir. Bununla orantılı olarak en yüksek antioksidan aktiviteye de sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca, yaprak ekstraktının patojenlerin yüksek konsantrasyonlarında yüksek inhibitör etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, elmanın atığı olarak düşünülen dokularından alınan ekstraktların patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal ajan olarak ve doğal antioksidan madde olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

#### Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışma Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 05-M-22 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

#### Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

#### Kaynaklar (References)

- An, F., Qiu, D., Song, H., Wu, X., Tong, J., Guo, R., 2015. Effects of instant pressure drop puffing with super-heated vapor on the physical properties of Granny Smith apple chips. *Journal of Food Process Engineering*, 38(2), 174-182.
- Arun, K., Madhavan, A., Sindhu, R., Binod, P., Pandey, A., Reshmy, R., Sirohi, R., 2020. Remodeling agro-industrial and food wastes into value added bioactives and biopolymers. *Industrial Crops Production* 154, 112621-112634.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis* (18th ed.). Arlington, VA, Association of Official Analytical Chemists.
- Awasthi, M.K., Ferreira, J.A., Sirohi, R., Sarsaiya, S., Khoshnevisan, B., Baladi, S., Sindhu, R., Binod, P., Pandey, A., Juneja, A., 2021. A critical review on the development stage of biorefinery systems towards the management of apple processing-derived waste. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 143, 110972-110990
- Bhat, M.I., Rashid, S.J., Ahmad, M.I., Rafiq, S., Fayaz, I., Mir, M.J., Makroo, H.A., 2024. Comparative study on thermo-mechanical, structural and functional properties of pectin extracted from immature wasted apples and commercial pectin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, 127658.
- Bi, J., Yang, A., Liu, X., Wu, X., Chen, Q., Wang, Q., Wang, X., 2015. Effects of pretreatments on explosion puffing drying kinetics of apple chips. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 1136-1142.
- Bolis M.S., 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Bonarska-Kujawa D., Cyboran S., Oszmiański J., Kleszczyńska, H., 2011. Antioxidant properties of apple leaves and fruits extracts from apple leaves and fruits as effective antioxidants. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(11), 2339-2347.
- Bulantekin Ö., 2021. Elma Meyvesinin Mikrodalga-Vakum Kurutucuda ve Mikrodalga-Vakum Destekli Puf Yapı Kazandırarak Kurutma Sisteminde Kurutulması ve Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye
- Çetin, N., 2021. Elma çeşitlerinin kurutulmasında farklı kurutma yöntemlerinin etkisinin belirlenmesi ve yapay zekâ algoritmalarıyla karşılaştırılması. Doktora Tezi. Erciyes Üniversitesi, Türkiye
- Dhamodharan, K., Konduru, T., Kannan, M., Malyan, S.K., 2022. Techno-economic feasibility and hurdles on agricultural waste management. In *Emerging Trends to Approaching Zero Waste* (s. 243-264). Elsevier.
- Doan, T.T. M., Tran, G.H., Nguyen, T.K., Kang, K.S., Lim, J.H., Lee, S., 2024. Comparative Antioxidant Potentials and Quantitative Phenolic Compounds Profiles among the Flowers and Leaves from Various *Chrysanthemum morifolium* Cultivars. *Pharmaceuticals*, 17(3), 340.
- Gołębiewska, E., Kalinowska, M., Yildiz, G., 2022. Sustainable use of apple pomace (AP) in different industrial sectors. *Materials* 15, 1788-1811
- Gürpınar, S., Dağdemir, E., Topdaş, E.F., 2022. Fonksiyonel dondurma: elma, bal kabağı ve portakal lifi ile zenginleştirme. *Gıda*, 47(2), 277-295.
- Hua, Y., Guo, H., Zhou, X.-G., 2014. Correlations between soluble sugar and phenol contents in leaves and pear scab resistance. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 5(1), 1-4.
- Huang, L.L., Zhang, M., Mujumdar, A.S., Lim, R.X., 2011. Comparison of four drying methods for re-structured mixed potato with apple chips. *Journal of Food Engineering*, 103(3), 279-284.
- Hunt, M.C., Acton, J.C., Benedict, R.C., Calkins, C.R., Cornforth, D.P., Jeremiah, L.E., Olson, D.G., Salm, C.P., Savell, J.W. ve Shivas, S.D., 1991. Guidelines for meat color evaluation. 44th Annual Reciprocal Meat Conference, Chicago, 9-12.



- Jelodarian, S., Ebrahimabadi, A.H., and Kashi, F.J., 2013. Evaluation of Antimicrobial Activity of Malus domestica Fruit Extract from Kashan Area. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 3(1), 1-6.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F., 2018. What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank Publications.
- Khan, S.R., Iqbal, R., Hussain, R., Ali, M., Khalid, M., Nazish, N., Naqvi, S.S., 2024. Broccoli Partially Lowers Oxidative Stress, Histopathological Lesions and Enhances Antioxidant Profile of Mono Sex Tilapia Exposed to Zinc Oxide Nanoparticles. *Pakistan Veterinary Journal*.
- Kocabaş, D.S., Tur, E., Kocabaş, A., 2015. Bazı Yerli Elma Çeşitlerinin Fitokimyasal Analizi ve Elma Ağacı Yapraklarının Ksilanaz Üretiminde Değerlendirilmesi. *Gıda*, 40(5), 271-278.
- Lambooi, E., Potgieter, C. M., Britz, C. M., Nortje, G. L. Pieterse, C., 1999. Effect of electrical and mechanical stunning methods on meat quality in Ostriches. *Meat Sci*, 52, 331-337.
- Lee, H.Y., Cho, D.Y., Kim, D.H., Park, J.H., Jeong, J.B., Jeon, S.H., Lee, J.H., 2024. Examining the Alterations in Metabolite Constituents and Antioxidant Properties in Mountain-Cultivated Ginseng (*Panax ginseng* CA Meyer) Organs during a Two-Month Maturation Period. *Antioxidants*, 13(5), 612.
- Lee, M.T., Lin, W.C., Yu, B., Lee, T.T., 2017. Antioxidant capacity of phytochemicals and their potential effects on oxidative status in animals—A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 30(3), 299.
- Li, R., Huang, L., Zhang, M., Mujumdar, A.S., & Wang, Y.C., 2014. Freeze drying of apple slices with and without application of microwaves. *Drying Technology*, 32(15), 1769-1776.
- Liaudanskas, M., Viškelis, P., Raudonis, R., Kviklys, D., Uselis, N., & Janulis, V. (2014). Phenolic composition and antioxidant activity of Malus domestica leaves. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Lyu F, Luiz SF, Azeredo DRP, Cruz AG, Ajlouni S, Ranadheera CS (2020) Apple pomace as a functional and healthy ingredient in food products: a review. *Process* 8:319–334
- Magyar M, da Costa Sousa L, Jin M, Sarkis C, Balan V (2016) Conversion of apple pomace waste to ethanol at industrial relevant conditions. *Appl Microbiol Biotechnol* 100:7349–7358
- Malec M, Le Quééré JM, Sotin H, Kolodziejczyk K, Bauduin R, Guyot S (2014) Polyphenol profiling of a red-fleshed apple cultivar and evaluation of the color extractability and stability in the juice. *J Agric Food Chem* 62:6944–6954
- Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., 2019. Bazı elma ve armut çeşitlerinde fitokimyasal özelliklerin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 11-20.
- Miller N.J., Rice-Evans C., Davies M.J., Gopinathan V., VE Milner A., 1993. A Novel Method for Measuring Antioxidant Capacity and Its Application to Monitoring the Antioxidant Status in Premature Neonates. *Clinical Science (London, England : 1979)*. 84(4), 407-412
- Musacchi S, Serra S (2018) Apple fruit quality: overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 234:409–430.
- Nguyen, H. C., Chen, C. C., Lin, K. H., Chao, P. Y., Lin, H. H., & Huang, M. Y. (2021). Bioactive compounds, antioxidants, and health benefits of sweet potato leaves. *Molecules*, 26(7), 1820.
- Özdemir, E.E., Görgüç, A., Gençdağ, E., Yılmaz, F.M., 2021. Püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerinin temelleri ve bu yöntemler ile gıda atıklarından toz ürünlerin üretimi. *GIDA* 46(3), 583-607.
- Özpinar, H., Dağ, Ş., Yiğit, E., 2013. Şeftali (*Persica vulgaris* Miller) yaprak ekstraktının antibakteriyel etkisi. *Cumhuriyet Tıp Dergisi*, 35(2), 172–178.
- Peng, X., Zhang, X., Sharma, G., Dai, C., 2024. Thymol as a Potential Neuroprotective Agent: Mechanisms, Efficacy, and Future Prospects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(13), 6803-6814.
- Rabetafika, H.N., Bchir, B., Blecker, C., Richel, A., 2014. Fractionation of apple by-products as source of new ingredients: current situation and perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 40, 99–114
- Rather, J.A., Makroo, H.A., Showkat, Q.A., Majid, D., Dar, B.N., 2022. Recovery of gelatin from poultry waste: Characteristics of the gelatin and lotus starch-based coating material and its application in shelf-life enhancement of fresh cherry tomato. *Food Packaging and Shelf Life*, 31, 100775.
- Shahidi, F., Ambigaipalan, P., 2015. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review. *Journal of functional foods*, 18, 820-897.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Skinner, R.C., Gigliotti, J.C., Ku, K.-M., Tou, J.C., 2018. A comprehensive analysis of the composition, health benefits, and safety of apple pomace. *Nutritional Reviews* 76, 893–909
- Sunilson, J.A.J., Kumari, A.V.A.G., Khan, A., Anandarajagopal, K., 2016. Effects of Malus domestica Fruit Extracts Against Clinically Isolated Dental Pathogens. *European Journal of Dentistry and Medicine*, 8(1-3), 12-16.
- Şen Arslan, H. 2023a. Ultrason destekli elma atık özütlerinin bazı biyoaktif özellikleri. *Gıda*, 48(5), 972-980.
- Şen Arslan, H., Sarıçoban, C. 2023b. Effect of ultrasound and microwave pretreatments on some bioactive properties of beef protein hydrolysates. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(3), 2075-2082.
- Şen Arslan, H., Cabi, A., Yerlikaya, S., Sarıçoban, C., 2021. Antibacterial and antioxidant activity of peach leaf extract prepared by air and microwave drying. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45, e15847
- Şen Arslan, H., Çam, M., 2022. Antidiabetic and antioxidant properties of nine medicinal and aromatic plants extracts: Inhibition of key enzymes linked to type-2 diabetes. 28(1), 27-34
- Turan, S., Karlıdağ, H., 2022. Bazı elma çeşitlerinin Malatya ili Battalgazi ilçesi ova koşullarında performanslarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(2), 169-180.
- Wani, F.A., Rashid, R., Jabeen, A., Brochier, B., Yadav, S., Aijaz, T., Dar, B.N., 2021. Valorisation of food wastes to produce natural pigments using non-thermal novel extraction methods: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(10), 4823-4833.
- Will, F., Bauchhage, K., Dietrich, H., 2000. Apple pomace liquefaction with pectinases and cellulases: analytical data of the corresponding juices. *European Food Research and Technology*, 211, 291-297.

- Yerlikaya, S. ve Şen Arslan, H., 2023. Propolis katkılı liyofilize yumurta tozu üretimi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(1), 125-136.
- Yerlikaya, S., Şen Arslan, H., 2019 Dondurularak ve Püskürterek Kurutulmuş Süt Tozlarının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 677-687
- Yi, J.Y., Zhou, L.Y., Bi, J.F., Wang, P., Liu, X., Wu, X.Y., 2016. Influence of number of puffing times on physicochemical, color, texture, and microstructure of explosion puffing dried apple chips. *Drying Technology*, 34(7), 773-782.