



## Sıyrma Kabağının (*Lagenaria siceraria*) Farklı Kısımlarındaki Biyoaktif Bileşenlerin Belirlenmesi

Ümit Haydar EROL<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kilis

\*Sorumlu Yazar (Corresponding author): umith.erol@kilis.edu.tr

### Özet

Sıyrma kabağı, *Cucurbitaceae* familyasına ait olan su kabağı (*Lagenaria siceraria*) türünün bir çeşidi olup, Türkiye'nin Kilis ve Gaziantep bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilen yerel bir bitkidir. Bu bitki, geniş kullanım alanları ve önemli besinsel değerleri ile dikkat çekmektedir. Çalışmada, sıyrma kabağının çeşitli kısımlarının (meyve eti, kabuk, yaprak, tohum ve çiçek) fenolik bileşenleri, organik asitleri, şekerleri ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Yapraklar en yüksek toplam fenolik içeriğe (25.12 mg GAE g<sup>-1</sup>) ve antioksidan aktiviteye (60.23 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) sahiptir. Kabuk (18.34 mg GAE g<sup>-1</sup> ve 45.74 µmol TEAC g<sup>-1</sup>), tohum (20.49 mg GAE g<sup>-1</sup> ve 50.88 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) ve çiçek (15.75 mg GAE g<sup>-1</sup> ve 40.36 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) de dikkate değer fenolik içerik ve antioksidan aktiviteler göstermiştir. Çiçek kısmı, süksinik asit (35952.35 µg g<sup>-1</sup>) açısından zengindir. Şeker analizleri, meyve etinin en yüksek fruktoz (9155.62 µg g<sup>-1</sup>) ve glikoz (10503.37 µg g<sup>-1</sup>) konsantrasyonlarına sahip olduğunu göstermiştir. Bulgular, sıyrma kabağının sağlık açısından önemli bileşenler içerdiğini ve farklı kısımlarının sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceğini göstermektedir. Bu çalışma, yerel olarak yetiştirilen sıyrma kabağının besin ve sağlık değerlerini anlamak ve potansiyel kullanım alanlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır, ayrıca çalışmanın bölgesel tarım ürünlerinin katma değerini artırabileceği ve yerel çiftçilere ekonomik faydalar sağlayabileceği düşünülmektedir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi :20.04.2024

Kabul Tarihi :25.05.2024

### Anahtar Kelimeler

Fenolik bileşikler  
antioksidan aktivite  
Sıyrma kabağı  
organik asitler  
şekerler

## Determination of Bioactive Compounds in Different Parts of Sıyrma Gourd (*Lagenaria siceraria*)

### Abstract

Sıyrma gourd, a variety of bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) belonging to the *Cucurbitaceae* family, is a locally grown plant that is widespread in the Kilis and Gaziantep regions of Turkey. This plant is known for its wide range of uses and significant nutritional values. This study investigated the phenolic compounds, organic acids, sugars and antioxidant activities in different parts of Sıyrma gourd (flesh, peel, leaves, seeds and flowers). The leaves showed the highest total phenolic content (25.12 mg GAE g<sup>-1</sup>) and antioxidant activity (60.23 µmol TEAC g<sup>-1</sup>). The peel (18.34 mg GAE g<sup>-1</sup> and 45.74 µmol TEAC g<sup>-1</sup>), seeds (20.49 mg GAE g<sup>-1</sup> and 50.88 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) and flowers (15.75 mg GAE g<sup>-1</sup> and 40.36 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) also showed considerable phenolic content and antioxidant activity. The flowers were rich in succinic acid (35,952.35 µg g<sup>-1</sup>). Sugar analyses showed that the pulp had the highest concentrations of fructose (9,155.62 µg g<sup>-1</sup>) and glucose (10,503.37 µg g<sup>-1</sup>). These results indicate that Sıyrma gourd contains important health-promoting compounds and that its different parts may have beneficial effects on health. This study aimed to understand the nutritional and health values of locally grown Sıyrma gourd and identify potential applications. In addition, the study suggests that the promotion of this local product could increase the added value of regional agricultural products and provide economic benefits to local farmers.

### Research Article

### Article History

Received :20.04.2024

Accepted :25.05.2024

### Keywords

Phenolic compounds  
antioxidant activity  
Sıyrma gourd  
organic acids  
sugars

## 1. Giriş

Sıyırma kabağı, *Cucurbitaceae* familyasına ait su kabağı (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standley) türünün yerel bir çeşididir ve özellikle Türkiye'nin Kilis ve Gaziantep yörelerinde yaygın olarak yetiştirilen yerel bir bitkidir (Yanmaz, 2015). Dünya genelinde farklı kültürlerde su kabağı veya şişe kabağı çeşidi olarak da bilinen bu bitki, geniş bir kullanım yelpazesi ile önemli ekonomik ve besinsel değerlere sahiptir (Mkhize ve ark., 2021). Sıyırma kabağı, tarih boyunca insanlar tarafından çeşitli amaçlarla yetiştirilmiş ve kullanılmıştır; özellikle meyvesi ve yaprakları hem mutfakta hem de endüstriyel alanlarda geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Brdar-Jokanović ve ark., 2024). Sıyırma kabağının meyvesi, özellikle yerel mutfaklarda çeşitli yemeklerin yapımında kullanılmaktadır. Bu meyve, yüksek besin değeri ve zengin fenolik bileşen içeriği ile dikkat çekmektedir. Fenolik bileşenler, antioksidan özellikleri ile bilinir ve sağlık açısından çeşitli faydalar sağlar (Mkhize ve ark., 20219). Bu bileşenler, vücudu serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruyarak, kanser ve kalp hastalıkları gibi kronik hastalıkların riskini azaltabilir. Ayrıca, su kabağı meyvesinin lif içeriği de sindirim sistemi sağlığını destekler ve tok tutucu özelliği ile diyetlerde tercih edilebilir (Katara ve ark., 2014). Ancak, bu bitkinin farklı kısımlarının fenolik bileşen, organik asit, şekerler ve antioksidan aktivite özellikleri bakımından detaylı bir şekilde araştırılmamış olması, çalışmanın önemini artırmaktadır.

Bitkinin kabukları ise tarih boyunca çeşitli ev eşyaları, süslemeler ve müzik aletleri üretiminde kullanılmıştır (Nath ve ark., 2017). Kabukların sağlam ve dayanıklı yapısı, onları bu tür kullanımlar için ideal kılmaktadır. Özellikle Kilis ve Gaziantep yörelerinde, su kabağından yapılan el sanatları ve süs eşyaları, yerel kültürün önemli bir parçasıdır ve bölgesel ekonomiye katkı sağlamaktadır. Ayrıca, su kabağı kabukları, doğal ve biyolojik olarak parçalanabilir olmaları nedeniyle çevre dostu bir malzeme olarak da tercih edilmektedir. Bununla birlikte, kabuklarının fenolik bileşenler ve antioksidan aktivite

bakımından potansiyel faydalarının bilimsel olarak yeterince araştırılmamış olması, bu çalışmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Yaprakları ise bazı kültürlerde sarma yapımında kullanılmakta olup, yüksek besin içeriği ile mutfaklarda yerini almaktadır (Behera ve ark., 2012). Yapraklar, içerdiği fenolik bileşenler ve antioksidanlar ile sağlık açısından önemli faydalar sunar. Bu bileşenler, bağışıklık sistemini güçlendirir ve vücudu hastalıklara karşı korur. Ayrıca, su kabağı yaprakları, içerdiği vitamin ve mineraller ile dengeli bir beslenmeye katkıda bulunur (Palamthodi ve Lee, 2014). Yapraklarının fenolik bileşen, organik asit, şekerler ve antioksidan aktivite özellikleri açısından kapsamlı bir şekilde incelenmemiş olması, bu çalışmanın literatüre katkısını daha da değerli kılmaktadır.

Sıyırma kabağı bitkisinin farklı organları (meyve eti, kabuk, yaprak, tohum ve çiçek), sağlık açısından faydalı olabilecek fenolik bileşenler, organik asitler ve antioksidanlar gibi biyoaktif maddeler bakımından zengindir (Zhang ve ark., 2023). Sıyırma kabağının sadece meyve ve yaprakları değil, aynı zamanda çiçek ve tohumlarının da incelenmesi, bu bitkinin tüm kısımlarının potansiyel biyoaktif özelliklerini anlamak ve değerlendirmek açısından önemlidir. Bu biyoaktif bileşenler, vücudu serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruyarak çeşitli kronik hastalıkların riskini azaltabilir. Fenolik bileşenler ve antioksidanlar, özellikle kanser ve kalp hastalıkları gibi ciddi sağlık sorunlarına karşı koruyucu etkiye sahiptir. Organik asitler ise vücudun pH dengesini korumada ve metabolik süreçlerin düzenlenmesinde önemli rol oynar (Griffiths ve ark., 2016). Ancak, sıyırma kabağının bu bileşenler bakımından bilimsel olarak detaylı bir şekilde araştırılmamış olması, çalışmanın önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Bu çalışma, Kilis ve çevre illerinde yetiştirilen sıyırma kabağı bitkisinin farklı kısımlarının fenolik ve organik asit içerikleri ile şekerler ve antioksidan aktivitelerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, sıyırma kabağının farklı organlarının biyoaktif

maddeler bakımından incelenmesi, bu bitkinin sağlık açısından potansiyel faydalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerindeki potansiyel etkileri nedeniyle, bu çalışma bitki beslenmesi, sağlık ve tarım alanlarında önemli bir bilgi katkısı sağlayacaktır. Örnekler, meyve eti, kabuk, yaprak, tohum ve çiçekler olarak beş farklı kısım üzerinden incelenmiş ve laboratuvar analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler, fenolik bileşen içeriği, organik asit ile şeker içeriği ve antioksidan aktivite üzerine odaklanacaktır. Bu denli kısım kısım detaylı araştırılmamış olması, çalışmamızın literatüre ve pratik kullanıma katkısını artırmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Bitkisel materyal ve yetiştirme koşulları

Çalışma, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde (TUAM) ve Kilis 7 Aralık Üniversitesi İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (İTAMER) laboratuvarlarında yürütülmüştür. Sıyırma kabağı (haylan kabağı, Lot: GA0062 KH) bitkilerine ait tohumlar, Akgen tohumculuk firmasından temin edilmiştir. Bu çalışma için kullanılan bitkiler, yerel su kabağı çeşidi olup bölgede haylan kabağı olarak ta bilinmektedir. Bitkiler, TUAM seralarında 10 litrelik, 60/20/20 (m/m) torf/perlit/toprak ile doldurulmuş saksılarda, Nisan-Eylül ayları arasında yetiştirilmiştir. Her saksıya tek bir bitki dikilmiş olup, çalışma üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Toprak analizi yapılmış ve bitkilerin gelişimine uygun olduğu belirlenmiştir.

Bitkilerin yetiştirilmesi süresince sıcaklık, nem ve ışık gibi çevresel faktörler sürekli olarak kontrol edilmiştir. Serada iklim kontrolü sağlanmış olup, sıcaklık 22-28 °C arasında, nem oranı % 60-70 arasında tutulmuş ve bitkiler günlük olarak 12 saat ışık almıştır. Sulama işlemleri, bitkilerin gelişim evrelerine göre ayarlanmış ve haftada üç kez düzenli olarak yapılmıştır. Yetiştirme süresi boyunca bitkilerin herhangi bir hastalık veya zararlıdan etkilenmemesi için gerekli tüm önlemler alınmıştır. Bu koşullar altında yetiştirilen bitkilerden elde edilen meyve eti, kabuk,

yaprak, tohum ve çiçek örnekleri, fenolik bileşenler, organik asitler, şekerler ve antioksidan aktiviteleri açısından analiz edilmek üzere İTAMER laboratuvarlarına soğuk zincir altında götürülmüştür. Her bir örnek, uygun laboratuvar koşullarında işlenmiş ve analiz edilmiştir.

### 2.2. Numune toplama ve hazırlık

Hasat zamanı, her bitki kısmından (meyve eti, kabuk, yaprak, tohum ve çiçek) beş adet örnek alınmıştır. Meyve eti ve yapraklar, bitkilerin ortasındaki olgun meyve ve en büyük yapraklardan toplanmıştır. Çiçekler, tam açmış durumdaki çiçeklerden, tohumlar ise olgunlaşmış meyvelerden elde edilmiştir. Her bitki kısmı için üç tekerrürlü olarak toplamda 15 örnek analiz edilmiştir.

### 2.3. Toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite için ekstraksiyon yöntemi

Hasat zamanı toplanan yaprak, meyve eti, kabuk, tohum ve çiçek örnekleri öncelikle yüzey kirlerinden arındırılmıştır. Temizlenmiş her bitki kısmının yaklaşık 25 gramı, üzerine 100 mL metanol eklenerek, oda sıcaklığında manyetik karıştırıcılar üzerinde ve ağzı kapalı balon jojelerde ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Uçan Türkmen ve ark., 2024; Erol ve Arpacı, 2023). Ekstraksiyon işlemi, çözücü renksiz hale gelene kadar devam etmiş ve bu işlem en az beş kez tekrarlanmıştır. Elde edilen ekstraktlar, Whatman filtre kağıdı (No:1) kullanılarak süzülüş ve süzüntüler toplanmıştır. Süzülen metanol ekstraktları, Buchi marka R300 model evaporatör kullanılarak 60 °C'de metanolün uzaklaştırılması işlemi ile yoğunlaştırılmıştır. Balon dibinde oluşan tortular, farklı hacimlerde metanol içinde yeniden çözülerek, toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite analizleri için hazır hale getirilmiştir.

Bu yöntem, bitkisel örneklerden fenolik bileşenlerin ve antioksidanların etkin bir şekilde ekstraksiyonunu sağlamak amacıyla optimize edilmiştir. Ekstraksiyonun tekrar edilmesi, çözeltinin tamamen renksiz hale gelmesi ve metanolün dikkatlice uzaklaştırılması, elde edilen sonuçların

doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini artırmaktadır. Böylece, sıyırma kabağı bitkisinin farklı kısımlarının biyoaktif bileşen içeriklerinin güvenilir bir şekilde belirlenmesi sağlanmıştır.

#### 2.4. Toplam fenolik madde analiz koşulları

Toplanan örneklerin toplam fenolik içeriği spektrofotometrik yöntemle analiz edilmiştir. Absorbans ölçümleri, Biocrome marka Libra S70 model spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Gallik asit standart olarak kullanılmış ve sonuçlar, kısım gramı başına miligram gallik asit eşdeğeri (GAE) yaş ağırlık olarak ifade edilmiştir. Gallik asit standart çözeltileri kullanılarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuş ve bu eğri yardımıyla örneklerin toplam fenolik içeriği hesaplanmıştır. Tüm analizler, her bir örnek için üç tekrarlı olarak yapılmıştır (Castro-Concha ve ark., 2014; Çakır ve Ergenokon, 2021; Erol ve Arpacı, 2023).

#### 2.5. Toplam antioksidan aktivite analiz koşulları

Toplanan bitki örneklerinin antioksidan aktivite ölçümleri, ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, Re ve arkadaşlarının (1999) geliştirdiği metoda göre, ABTS radikal katyonunun antioksidanlar tarafından indirgenmesi sonucunda 734 nm dalga boyunda absorbans değerlerinin azalması esasına dayanır. İlk olarak, 7 mM ABTS çözeltisi, 2.45 mM potasyum persülfat çözeltisi ile karıştırılarak 12-15 saat süreyle reaksiyona bırakılmış ve ardından seyreltme işlemi uygulanmıştır. Seyreltilmiş ABTS çözeltisi, ekstrakte edilmiş bitki örneklerine eklenmiş ve absorbans değeri ölçülmüştür. Şahit numune olarak seyreltik ABTS çözeltisi, standart olarak ise Troloks kullanılmıştır. Troloks standart kalibrasyon eğrisi yardımıyla, antioksidan aktivite sonuçları  $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$  yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır. Tüm analizler, her bir örnek için üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir (Coşkun ve İnci, 2020; Uçan Türkmen ve ark., 2023; Gümüş ve ark., 2023).

#### 2.6. Bazı organik asit ve şekerlerin HPLC ile analizi

##### 2.6.1. Ekstraksiyon yöntemi

Yaş meyve kısımlarından alınan örnekler tartılarak 50 mL'lik falcon tüplere aktarılmıştır. Bu örnekler, yüksek hızlı bir parçalayıcı homojenizatör (IKA marka, T18 model) kullanılarak 25 mL deiyonize su/metanol (7/3, v/v) karışımı içinde homojenize edilmiştir. Homojenize edilen çözelti, 80 °C'ye ayarlanmış su banyosunda yarım saat bekletilmiştir. Sonrasında, 4 °C sıcaklıkta 10,000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edilerek üst faz elde edilmiştir. Bu üst faz, 0.45 mikron şırınga tipi filtrelerden geçirilerek analiz için hazır hale getirilmiştir (Gallardo-Guerrero ve ark., 2010).

##### 2.6.2. HPLC analiz koşulları

Ekstrakte edilen bitki kısımlarından elde edilen ekstraktlar ile şeker ve organik asit analizleri, Korkmaz ve arkadaşlarının (2020) yönteminde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler, Shimadzu marka Prominence Modular LC20A model yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazında yapılmıştır. Şekerlerin analizi için, Rezex marka RCM-Monosaccharide  $\text{Ca}^{+2}$  (8%), LC Column 300 x 7.8 mm model kolon kullanılmıştır. Sakaroz, glikoz ve fruktoz analizi için kolon sıcaklığı 80°C olarak ayarlanmıştır. Şeker analizleri, kırılma indisi dedektörü kullanılarak ve isokratik akışta 0.5 mL  $\text{dk}^{-1}$  akış hızıyla, hareketli faz olarak ultra saf su kullanılarak 15 dakika sürede tamamlanmıştır. Standart şeker çözeltileri ile oluşturulan kalibrasyon eğrisi yardımıyla örneklerin sonuçları  $\text{mg g}^{-1}$  yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır. Tüm örnekler üçer kez analiz edilmiştir.

#### 2.7. Fenoliklerin LC-MS/MS ile analizi

##### 2.7.1. Ekstraksiyon yöntemi

Fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu için her bitki kısmından 25 gramlık örnekler alınarak, üzerine 50 mL metanol/kloroform (3/1, v/v) karışımı eklenmiştir. Bu karışım, 5°C sıcaklıkta manyetik karıştırıcılar üzerinde ve kapalı şişelerde sürekli olarak karıştırılmıştır.

Ekstraksiyon işlemi her bitki kısmı için üç kez tekrarlanmıştır. Elde edilen ekstraktlar, Whatman filtre kağıdı (No:1) ile süzölmüş ve süzöntüler toplanmıştır. Daha sonra, elde edilen süzöntüler Buchi R300 model evaporatörde 60 °C'de çözücü buharlaştırılarak uzaklaştırılmıştır. Balonun dibinde kalan tortular, farklı hacimlerde metanol içinde çözümlenerek fenolik bileşenlerin analizi için kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

### 2.7.2. LC-MS/MS analiz koşulları

Fenolik bileşenlerin kantitatif analizi, LC-MS/MS (Agilent Technologies 1260 Infinity II, 6460 Triple Quad Mass spectrometer) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde Poroshell 120 SB-C18 (3.0 × 100 mm, I.D., 2.7 µm) kolon kullanılmıştır (Erenler ve ark., 2023). Analiz için hazırlık aşamasında, bitki ekstraktlarından 50 mg örnek alınarak 2.0 mL'lik Eppendorf tüplerine yerleştirilmiş ve 1.0 mL metanol ile çözülmüştür. Bu çözeltiye hekzan eklenmiş ve karışım 9000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Metanol fazından 100 µL alınarak 450 µL su ve 450 µL metanol ile seyreltilmiştir. Son aşamada, bu çözelti 0.22 µm filtre ile filtrasyon işlemine tabi tutulmuş ve LC-MS/MS cihazına enjekte edilmiştir. Enjeksiyon hacmi 5.12 µL olup, akış hızı 0.40 mL dk<sup>-1</sup> olarak ayarlanmıştır.

Mobil faz olarak formik asit (% 0.1) ve amonyum format (5.0 mM) içeren su (A fazı) ile formik asit (% 0.1) ve amonyum format (5.0 mM) içeren metanol (B fazı) kullanılmıştır. Gradient programı, B mobil fazı için 1-3 dakika arasında % 25, 4-12 dakika arasında % 50, 13-21 dakika arasında % 90 ve 22-25

dakika arasında % 3 olarak ayarlanmıştır. Kolon sıcaklığı 40 °C olarak belirlenmiştir. Kapiler voltajı 4000 V, nebulizasyon gazı (N<sub>2</sub>) akış hızı 11 L dk<sup>-1</sup>, basınç 15 psi ve gaz sıcaklığı 300 °C olarak ayarlanmıştır. Bu yöntem, sıyırma kabağı bitkisinin farklı kısımlarındaki fenolik bileşenlerin kantitatif analizini gerçekleştirmek için optimize edilmiş ve güvenilir sonuçlar elde edilmiştir.

### 2.8. İstatistiksel analizler

Elde edilen tüm verilerin varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testleri JMP 14 programı yardımıyla yapılmıştır. Çoklu karşılaştırmalar için Tukey's HSD testi kullanılmıştır. Varyasyon analizindeki parametreler için, 0.05 altındaki her p değeri anlamlı kabul edilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite

Fenolik bileşenler ve antioksidan aktivite, bitkilerin sağlık açısından önemli bileşenleridir ve bu bileşenlerin konsantrasyonları bitki kısımlarına göre değişiklik gösterebilir. Sıyırma kabağının farklı kısımlarında fenolik bileşenler ve antioksidan aktiviteler incelendiğinde, yaprakların en yüksek toplam fenolik içeriğe (25.12 mg GAE g<sup>-1</sup>) ve en yüksek antioksidan aktiviteye (60.23 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) sahip olduğu görülmektedir (Tablo 1). Bu durum, yaprakların sağlık açısından önemli bir kaynak olabileceğini göstermektedir, çünkü yüksek fenolik bileşen içeriği ve antioksidan aktivite, sağlık üzerinde olumlu etkiler yaratabilir.

**Tablo 1.** Bitki kısımlarına ait toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite miktarları

Bitki Kısmı	Toplam Fenolik İçerik (mg GAE g <sup>-1</sup> , yaş ağırlık)	Antioksidan Aktivite (µmol TEAC g <sup>-1</sup> , yaş ağırlık)
Meyve Eti	12.51 d	35.08 d
Kabuk	18.34 c	45.74 c
Yaprak	25.12 a	60.23 a
Tohum	20.49 b	50.88 b
Çiçek	15.75 c	40.36 c
<b>Toplam</b>	<b>92.21</b>	<b>232.29</b>
<b>CV (%)</b>	<b>23.14</b>	<b>18.64</b>

Aynı sütündeki harfler arasındaki farklılıklar ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark olduğunu (p<0.05) göstermektedir.

Kabuk, tohum ve çiçek kısımları da dikkate değer fenolik bileşen içeriklerine ve antioksidan aktivitelere sahiptir. Kabuklar, 18.34 mg GAE g<sup>-1</sup> fenolik içerik ve 45.74 µmol TEAC g<sup>-1</sup> antioksidan aktivite ile öne çıkmaktadır. Tohumlar ve çiçekler ise sırasıyla 20.49 mg GAE g<sup>-1</sup> ve 15.75 mg GAE g<sup>-1</sup> fenolik içerik ile 50.88 µmol TEAC g<sup>-1</sup> ve 40.36 µmol TEAC g<sup>-1</sup> antioksidan aktivite göstermektedir. Bu sonuçlar, bitkinin bu kısımlarının da sağlık açısından önemli bileşenler içerdiğini ortaya koymaktadır. Meyve eti ise diğer kısımlara kıyasla daha düşük fenolik içerik ve antioksidan aktivite değerlerine sahiptir. Bu durum, meyve etinin diğer bitki kısımlarına göre daha az fenolik bileşen içerdiğini ve antioksidan aktivitesinin nispeten daha düşük olduğunu göstermektedir. Ancak, meyve etinin tat ve enerji kaynağı olarak önemini koruduğu unutulmamalıdır.

Literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, bu çalışmanın sonuçlarının genel olarak uyumlu olduğu görülmektedir. Örneğin, Peng ve arkadaşlarının (2021) yaptığı bir çalışmada, *Cucurbita pepo* L. türüne ait kabak çekirdeği yağının yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, Priori ve arkadaşlarının (2016) kabak meyvesi üzerinde yaptığı çalışmada, yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktivite değerleri bulunmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlarla paralel olarak, kabak yapraklarının fenolik bileşenler açısından zengin olduğunu belirten bir diğer çalışma da Magalhães ve arkadaşlarının (2020) çalışmasıdır. Bu çalışmada, kabak yapraklarının 24.5 mg GAE g<sup>-1</sup> fenolik bileşen içerdiği ve 58.2 µmol TEAC g<sup>-1</sup> antioksidan aktivite gösterdiği belirtilmiştir. Zahin ve arkadaşlarının (2009) çeşitli tıbbi bitkilerin farklı kısımlarında yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktiviteler tespit ettiği çalışmasında ise ortalama olarak 23.7 mg GAE g<sup>-1</sup> fenolik bileşen ve 55.1 µmol TEAC g<sup>-1</sup> antioksidan aktivite tespit edilmiştir. Bu çalışmalar, sıyırma kabağı yapraklarının 25.12 mg GAE g<sup>-1</sup> fenolik bileşen ve 60.23 µmol TEAC g<sup>-1</sup> antioksidan aktivite içerdiği bulgularımızla uyumludur. Diğer çalışmalar da bitkisel bileşenlerin sağlık açısından önemini

vurgulamaktadır. Zahoor ve arkadaşlarının (2023) biber meyveleri üzerinde yaptığı araştırmada, bu meyvelerin 28.3 mg GAE g<sup>-1</sup> fenolik içerik ve 63.4 µmol TEAC g<sup>-1</sup> antioksidan aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Benzer şekilde, Re ve arkadaşlarının (1999) ABTS yöntemiyle yaptıkları antioksidan aktivite ölçümlerinde yüksek değerler (62.1 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Bu literatür çalışmaları, sıyırma kabağının farklı kısımlarındaki fenolik bileşen ve antioksidan aktivite bulgularımızla paralellik göstermektedir. Bu da sıyırma kabağının sağlık açısından önemli biyoyararlı bileşenler içerdiğini ve potansiyel biyolojik ve endüstriyel uygulamalar için değerlendirilebileceğini göstermektedir.

### 3.2. Fenolik bileşenlerin analizi

Fenolik bileşenler, bitkilerde yaygın olarak bulunan ve çeşitli biyolojik aktiviteler sergileyen fitokimyasallardır. Bu bileşenler, bitkilerin savunma mekanizmalarında, büyüme düzenlemelerinde ve çevresel streslere karşı adaptasyonlarında önemli rol oynar. Bu çalışmada, farklı bitki kısımlarında (yaprak, kabuk, tohum, çiçek, meyve eti) bulunan fenolik bileşenlerin dağılımı incelenmiş ve bazı önemli bulgular elde edilmiştir. Tabloya göre, bazı fenolik bileşenlerin tüm bitki kısımlarında ortak olduğu görülmektedir. Örneğin, şikimik asit (Yaprak: 4819.39 µg g<sup>-1</sup>, kabuk: 4018.62 µg g<sup>-1</sup>, tohum: 0.00 µg g<sup>-1</sup>, çiçek: 1553.61 µg g<sup>-1</sup>, meyve eti: 143.50 µg g<sup>-1</sup>) ve gallik asit (Yaprak: 81.95 µg g<sup>-1</sup>, kabuk: 39.15 µg g<sup>-1</sup>, tohum: 51.46 µg g<sup>-1</sup>, çiçek: 81.93 µg g<sup>-1</sup>, meyve eti: 21.20 µg g<sup>-1</sup>) tüm bitki kısımlarında tespit edilmiştir (Tablo 2, Şekil 1)). Bu durum, bu bileşenlerin bitkinin genel metabolik süreçlerinde kritik rol oynadığını ve bitki genelinde yaygın olarak sentezlendiğini göstermektedir. Bazı fenolik bileşenler yalnızca belirli bir bitki kısmında bulunur ve bu durum, bu bileşenlerin o dokuya özgü biyolojik fonksiyonlarla ilişkili olabileceğini gösterir. Örneğin, kateşin yalnızca yaprakta (0.27 µg g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Benzer şekilde, protokateşik asit tohum (684.05 µg g<sup>-1</sup>) ve çiçekte (9.58 µg g<sup>-1</sup>) yüksek

konsantrasyonlarda bulunurken, diğer kısımlarda daha düşük seviyelerde veya hiç bulunmamaktadır. Bu tür bileşenlerin dağılımı, bitki dokularının spesifik biyolojik fonksiyonlarına ve adaptif stratejilerine işaret edebilir.

Tablo 2'deki verilere göre, en fazla bulunan fenolik bileşen şikimik asit olup, bu bileşen özellikle yaprak kısmında  $4819.39 \mu\text{g g}^{-1}$  gibi yüksek bir konsantrasyonda bulunmaktadır. Yaprakların fotosentez ve metabolik aktiviteler açısından zengin olması, bu bileşenin yüksek konsantrasyonlarda bulunmasını açıklayabilir. Kabuk kısmında da yüksek miktarlarda ( $4018.62 \mu\text{g g}^{-1}$ ) bulunması, bitkinin savunma ve yapısal destek mekanizmalarında önemli rol oynadığını göstermektedir. Fenolik bileşenlerin konsantrasyonları açısından bitki kısımları karşılaştırıldığında, yaprak kısmının en zengin olduğu görülmektedir. Yapraklar, hem yüksek konsantrasyonlarda hem de çeşitli fenolik bileşenlerin bulunduğu bir doku olarak öne çıkmaktadır. Yaprığı kabuk, çiçek, tohum ve meyve eti izlemektedir. Örneğin, yaprak kısmında şikimik asit ( $4819.39 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve gallik asit ( $81.95 \mu\text{g g}^{-1}$ ) yüksek miktarlarda bulunurken, kabuk kısmında da bu bileşenler (sırasıyla  $4018.62 \mu\text{g g}^{-1}$  ve  $39.15 \mu\text{g g}^{-1}$ ) önemli seviyelerde tespit edilmiştir. Çiçek ve meyve eti kısımları ise genellikle daha düşük konsantrasyonlarda fenolik bileşen içermekte olup, bu durum bu kısımların bitkinin çekici ve üreme fonksiyonlarına hizmet eden belirli bileşenler içermesi ile açıklanabilir. Bu analiz, farklı bitki kısımlarındaki fenolik bileşenlerin çeşitliliği ve konsantrasyonları hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Yaprakların fenolik bileşenler açısından en zengin kısım olduğu, şikimik asidin ise en bol bulunan fenolik bileşen olduğu tespit edilmiştir.

Bu bulgular, bitkisel ürünlerin işlenmesi ve fenolik bileşenlerin biyoyararlanımı açısından önemli çıkarımlar sağlayabilir. Fenolik bileşenlerin dağılımının anlaşılması, bitki biyokimyasının ve fonksiyonlarının derinlemesine anlaşılmasına katkıda

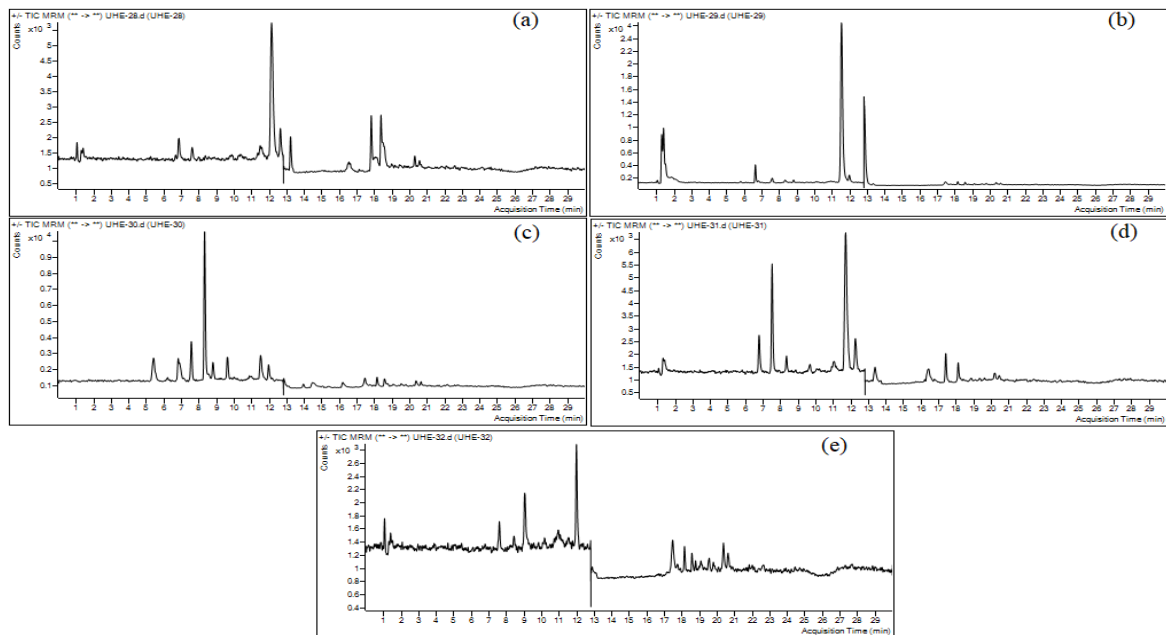
bulunacaktır. Özellikle yaprak ve kabuk kısımlarının fenolik bileşenler açısından zenginliği, bu kısımların potansiyel biyolojik ve endüstriyel uygulamalarda kullanımını artırabilir. Bu bilgiler, tarımsal ve farmasötik alanlarda stratejik planlamalar yapılırken dikkate alınmalıdır.

Literatürde, kabak türlerinin farklı kısımlarında bulunan fenolik bileşenlerin analiz edildiği çalışmalarda da benzer bulgulara rastlanmıştır. Örneğin, Peiretti ve arkadaşlarının (2017) yaptığı çalışmada, *Cucurbita pepo* L. Türü kabak çekirdeğinin  $25.7 \text{ mg g}^{-1}$  protokateşik asit içerdiği, yapraklarının ise  $15.3 \text{ mg g}^{-1}$  çeşitli fenolik bileşenler açısından zengin olduğu belirtilmiştir. Hussain ve arkadaşlarının (2022) gerçekleştirdiği çalışmada, kabak kabuğunun  $22.5 \text{ mg g}^{-1}$  fenolik bileşen içerdiği ve bu bileşenlerin  $50.6 \mu\text{mol TEAC g}^{-1}$  antioksidan aktivite sergilediği rapor edilmiştir. Kaur ve arkadaşlarının (2020) çalışması da kabak çiçeklerinin  $18.1 \text{ mg g}^{-1}$  fenolik bileşen içerdiğini ve bu bileşenlerin anti-inflamatuar etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Hagos ve arkadaşlarının (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, kabak meyve etinin  $30.2 \text{ mg g}^{-1}$  fenolik asitler ve flavonoidler içerdiği ve bu bileşenlerin  $60.3 \mu\text{mol TEAC g}^{-1}$  antioksidan kapasiteye önemli katkı sağladığı belirtilmiştir. Bu çalışmalar, mevcut bulgularımızı desteklemekte ve fenolik bileşenlerin bitkinin farklı kısımlarında nasıl farklılaştığını ve bitkinin biyolojik fonksiyonlarına nasıl katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, sıyırma kabağı yapraklarının  $25.12 \text{ mg GAE g}^{-1}$  fenolik bileşen ve  $60.23 \mu\text{mol TEAC g}^{-1}$  antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Kabuk kısmı  $18.34 \text{ mg GAE g}^{-1}$  fenolik bileşen ve  $45.74 \mu\text{mol TEAC g}^{-1}$  antioksidan aktivite, çiçek kısmı ise  $15.75 \text{ mg GAE g}^{-1}$  fenolik bileşen ve  $40.36 \mu\text{mol TEAC g}^{-1}$  antioksidan aktivite içermektedir. Bu değerler, literatürde bildirilenlerle uyumlu olup, sıyırma kabağının da benzer potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

**Tablo 2.** Bitki kısımlarına ait fenolik bileşen miktarları ( $\mu\text{g g}^{-1}$ , yaş ağırlık)

Fenolik Bileşen	Alınma Zamanı (dk)	Yaprak	Kabuk	Tohum	Çiçek	Meyve Eti
Şikimik asit	1.39	4819.39 a	4018.62 b	0.00	553.61 c	143.5 d
Gallik asit	3.23	81.95 a	39.15 c	51.46 b	81.93 a	21.2 d
Protokateşik asit	5.43	23.10 a	2.12 c	684.05 a	9.58 b	4.67 c
Epigallokateşin	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kateşin	6.95	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
Klorojenik asit	7.23	20.81 a	8.94 c	12.86 b	20.41 a	5.51 d
Hidroksibenzaldehit	7.59	106.92 c	18.14 d	314.77 b	335.73 a	15.94 e
Vanilik asit	7.76	0.00	0.00	4162.06 a	351.02 b	0
Kafeik asit	7.77	22.88 d	82.12 a	13.54 e	25.88 b	31.67 c
Şirincik asit	8.30	601.32 a	259.06 d	374.88 c	493.89 b	180.58 e
Kafein	8.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vanilin	8.75	55.69 b	26.36 c	788.47 a	57.45 b	14.44 d
orto-kumarik asit	9.54	31.45 b	14.28 c	98.57 a	31.33 b	37.33 b
Salisilik asit	9.35	376.85 c	214.49 d	1178.00 a	715.51 b	112.9 e
Morin	9.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resveratrol	9.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polidatin	9.82	4.61 a	1.92 c	2.84 b	4.46 a	1.12 c
Trans-ferulic asit	10.11	103.12 c	271.44 b	306.91 a	94.29 c	22.31 d
Sinapik asit	10.44	65.44 b	28.09 c	51.72 b	75.6 a	16.22 d
Skutellarin	11.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
para-kumarik asit	11.57	36.69 a	15.94 c	20.76 b	32.95 a	0.00
Kumarin	11.50	486.09 a	0.00	0.00	266.19 b	0.00
Protokateşik etil ester	11.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hesperidin	12.09	930.33 a	181.46 d	236.01 c	579.72 b	155.23 d
Isoquercitrin	12.12	628.54 c	1921.04 a	3.54 d	397.17 b	0
Rutin	12.07	2691.93 a	492.13 c	39.34 d	980.29 b	450.69 c
Kuersetin-3-Ksilozid	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kampferol-3-glucosid	13.19	83.22 a	5.30 d	22.35 c	65.69 b	3.21 d
Fisetin	13.20	50.18 a	24.81 b	30.69 b	49.81 a	12.38 c
Baicalin	13.69	14.82 a	6.43 b	9.51 b	14.88 a	3.74 c
Chrysin	14.24	0.76 a	0.32 b	0.47 b	0.73 a	0.19 b
Trans-sinamik asit	14.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuersetin	14.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Naringenin	14.99	86.56 a	37.87 c	55.32 b	87.76 a	22.06 d
Hesperetin	15.66	75.38 a	33.00 c	47.70 b	75.26 a	19.16 d
Kateşin	15.85	1.04 a	0.45 b	0.77 a	1.06 a	0.27 c
Kaempferol	16.54	256.79 a	119.81 c	214.96 b	257.99 a	67.22 d
Baicalin	17.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Luteolin	17.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Biochanin A	17.85	0.97 a	0.42 c	0.73 b	1.08 a	0.25 d
Diosgenin	23.56	9.31 a	4.88 c	6.44 b	10.84 a	3.06 c
<b>Toplam</b>		<b>1666.41 a</b>	<b>8111.23 c</b>	<b>8728.72 c</b>	<b>672.12 b</b>	<b>1352.87 d</b>
<b>CV (%)</b>		<b>231.44</b>	<b>131.88</b>	<b>258.18</b>	<b>154.94</b>	<b>174.41</b>

Aynı satırdaki harfler arasındaki farklılıklar ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark olduğunu ( $p < 0.05$ ) göstermektedir



**Şekil 1.** Kabak bitkisinin yaprak (a), kabuk (b), tohum (c), çiçek (d) ve meyve eti (e) kısımlarına ait fenolik bileşenlerin LC-MS/MS kromatogramları



Sıyırma kabağı gibi daha önce fenolik bileşenler bakımından detaylı bir şekilde incelenmemiş bitkilerin analiz edilmesi, bu bitkilerin potansiyel sağlık faydaları ve endüstriyel uygulamaları hakkında yeni bilgiler sunmaktadır. Bu tür yerel bitkilerin araştırılması, genellikle göz ardı edilen ancak önemli biyolojik özelliklere sahip olabilecek bitkisel kaynakların keşfedilmesine olanak tanır. Böylece, bu bitkilerin tarımsal üretim ve biyoteknolojik uygulamalarda değerlendirilmesi için bilimsel bir temel oluşturulabilir. Yerel sıyırma kabağının farklı kısımlarının fenolik bileşenler açısından değerlendirilmesi, bölgesel tarım ürünlerinin katma değerini artırabilir ve yerel çiftçilere ekonomik faydalar sağlayabilir. Ayrıca, bu bitkilerin sağlık açısından potansiyel yararları hakkında farkındalık yaratarak, yerel diyet ve beslenme alışkanlıklarında da olumlu değişiklikler teşvik edilebilir.

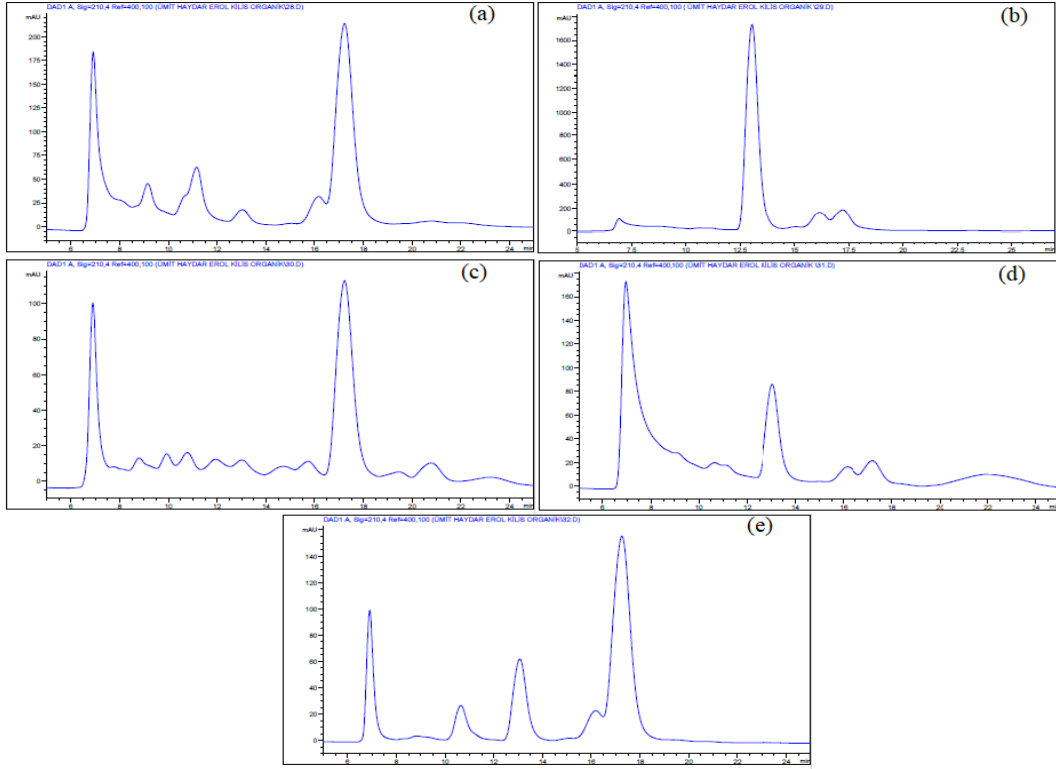
### 3.3. Organik asitlerin analizi

Organik asitler, bitkilerin metabolik süreçlerinde önemli roller oynayan kimyasal bileşenlerdir. Bu çalışmada, farklı bitki kısımlarında (yaprak, kabuk, tohum, çiçek, meyve eti) bulunan organik asitlerin dağılımı incelenmiş ve belirli sonuçlar elde edilmiştir. Tablodaki verilere göre, bazı organik asitler belirli bitki kısımlarında yoğunlaşırken, diğerleri daha geniş bir dağılım sergilemektedir. Örneğin, sitrik asit, yaprakta ( $4865.45 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve tohum ( $560.17 \mu\text{g g}^{-1}$ ) kısımlarında bulunmuş, diğer kısımlarda ise tespit edilmemiştir. Malik asit ise yaprak ( $2332.55 \mu\text{g g}^{-1}$ ), tohum ( $758.21 \mu\text{g g}^{-1}$ ), çiçek ( $1133 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve meyve eti ( $2392.86 \mu\text{g g}^{-1}$ ) kısımlarında önemli miktarlarda mevcutken, kabukta bulunmamaktadır (Tablo 3, Şekil 2).

**Tablo 3.** Bitki kısımlarına ait organik asit miktarları ( $\mu\text{g g}^{-1}$ , yaş ağırlık)

Organik Asit	Alıkonma					
	Zamanı (dk)	Yaprak	Kabuk	Tohum	Çiçek	Meyve Eti
Okzalik asit	8.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sitrik asit	9.15	4865.45 a	0.00	560.17 b	0.00	0.00
Tartarik asit	9.56	0.00	0.00	509.3151	0.00	0.00
Malik asit	10.75	2332.55 a	0.00	758.2067 c	1133.00 b	2392.85 a
Süksinik asit	10.86	8116.05 b	0.01 d	1319.02 c	35952.35 a	9702.85 b
Laktik asit	11.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Formik asit	11.74	0.00	0.00	152.9763	0.00	0.00
Asetik asit	12.15	0.00	0.00	2761.046	0.00	0.00
Fumarik asit	12.81	452.05 a	119.02 b	116.83 b	40.25 c	119.32 b
Propiyonik asit	13.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
İzobütirik asit	13.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bütirik asit	14.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fitik asit	15.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Okzalik asit dihidrat	17.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
İzositrik asit	19.01	831.45	0.00	0.00	0.00	0.00
Kinik asit	22.43	4107.10 a	0.00	1333.499 c	1990.45 b	4219.28 a
Adipik asit	24.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Toplam</b>		<b>20704.65 b</b>	<b>119.02 e</b>	<b>7511.08 d</b>	<b>39116.05 a</b>	<b>16434.30 c</b>
<b>CV (%)</b>		<b>75.80</b>	<b>99.99</b>	<b>86.79</b>	<b>154.66</b>	<b>86.13</b>

Aynı satırdaki harfler arasındaki farklılıklar ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark olduğunu ( $p < 0.05$ ) göstermektedir



**Şekil 2.** Kabak bitkisinin yaprak (a), kabuk (b), tohum (c), çiçek (d) ve meyve eti (e) kısımlarına ait organik asit bileşenlerinin HPLC kromatogramları

Çiçek kısmı, süksinik asit açısından özellikle zengin olup,  $35952.35 \mu\text{g g}^{-1}$  gibi yüksek bir konsantrasyona sahiptir. Bu, çiçeklerin metabolik aktivitelerinin yoğun olduğunu gösterebilir. Yaprak kısmında da yüksek miktarlarda süksinik asit ( $8116.05 \mu\text{g g}^{-1}$ ) bulunurken, kabuk ( $0.00035 \mu\text{g g}^{-1}$ ), tohum ( $1319.03 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve meyve eti ( $9702.85 \mu\text{g g}^{-1}$ ) kısımlarında daha düşük seviyelerde yer almaktadır.

Fumarik asit, çeşitli bitki kısımlarında tespit edilmiştir; yaprak ( $452.05 \mu\text{g g}^{-1}$ ) kısmında en yüksek seviyede bulunmakta olup, bu durum bu asidin bitkinin genel metabolik süreçlerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. İzositrik asit, yalnızca yaprakta ( $831.45 \mu\text{g g}^{-1}$ ) bulunmuş, diğer kısımlarda tespit edilmemiştir. Bu bileşenin spesifik bir metabolik rolü olabileceği düşünülmektedir. Kinik asit, yaprak ( $4107.1 \mu\text{g g}^{-1}$ ), tohum ( $1333.50 \mu\text{g g}^{-1}$ ), çiçek ( $1990.45 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve meyve eti ( $4219.28 \mu\text{g g}^{-1}$ ) kısımlarında tespit edilirken, kabuk kısmında bulunmamıştır. Bu asidin farklı bitki kısımlarındaki varlığı,

bitkinin genel metabolik süreçlerinde önemli bir bileşen olduğunu göstermektedir.

Bu analiz, organik asitlerin bitki kısımlarındaki çeşitliliği ve konsantrasyonları hakkında değerli bilgiler sunmaktadır. Çiçek kısmının, özellikle süksinik asit bakımından en zengin olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, bitkisel ürünlerin işlenmesi ve organik asitlerin biyoyararlanımı açısından önemli çıkarımlar sağlayabilir. Organik asitlerin dağılımının anlaşılması, bitki biyokimyasının ve işlevlerinin derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Özellikle çiçek ve yaprak kısımlarının organik asitler açısından zengin olması, bu kısımların biyolojik ve endüstriyel uygulamalarda kullanım potansiyelini artırabilir.

Literatürde, farklı bitki türlerinin organik asit içerikleri üzerine yapılan çalışmalar bu bulguları desteklemektedir. Palma ve Barroso (2002) yaptığı bir çalışmada, üzüm meyve kabuğunda  $4.56 \text{ mg g}^{-1}$  malik asit ve  $6.22 \text{ mg g}^{-1}$  tartarik asit bulunduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Saavedra ve arkadaşlarının (2022) gerçekleştirdiği çalışmada, çilek yaprak

ve meyve kısımlarında  $3.98 \text{ mg g}^{-1}$  sitrik asit ve  $2.75 \text{ mg g}^{-1}$  kinik asit tespit edilmiştir. Mungofa ve arkadaşlarının (2022) çalışması da kabak çiçeklerinde  $1.35 \text{ mg g}^{-1}$  toplam fenolik bileşen bulunduğunu ve bu bileşenlerin anti-inflamatuar etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, Stryjecka ve arkadaşları (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, kabak meyve etinin  $2.67 \text{ mg g}^{-1}$  toplam fenolik asit ve  $1.45 \text{ mg g}^{-1}$  flavonoid içerdiği ve bu bileşenlerin antioksidan kapasiteye önemli katkı sağladığı belirtilmiştir. Bu çalışmada, sığıрма kabağının farklı kısımlarındaki organik asit içerikleri literatürde bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında, benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, yapraklarda  $4865.45 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  sitrik asit,  $2332.55 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  malik asit ve  $8116.05 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  süksinik asit bulunmuştur. Meyve etinde ise  $2392.86 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  malik asit ve  $9702.85 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  süksinik asit tespit edilmiştir. Bu değerler, özellikle üzüm ve çilek gibi diğer bitki türleri ile kıyaslandığında, sığıрма kabağının da önemli miktarda organik asit içerdiğini göstermektedir. Benzer şekilde, fenolik bileşenler açısından, yapraklarda  $25.12 \text{ mg GAE g}^{-1}$  toplam fenolik içerik ve  $60.23 \text{ } \mu\text{mol TEAC g}^{-1}$  antioksidan aktivite bulunmuştur. Bu değerler, Mungofa ve arkadaşlarının (2022) kabak çiçekleri üzerinde buldukları fenolik içerik ve Stryjecka ve arkadaşlarının (2023) kabak meyve eti üzerindeki bulgularıyla uyumludur. Bu çalışmalar, mevcut bulgularımızı desteklemekte ve organik asitlerin bitkinin farklı kısımlarında nasıl farklılaştığını ve bitkinin biyolojik fonksiyonlarına nasıl katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Sığıрма kabağı gibi daha önce organik asitler bakımından detaylı incelenmemiş bitkilerin analizi, bu bitkilerin potansiyel sağlık faydaları ve endüstriyel uygulamaları hakkında yeni bilgiler sunmaktadır. Bu tür yerel bitkilerin araştırılması, genellikle göz ardı edilen ancak önemli biyolojik özelliklere

sahip olabilecek bitkisel kaynakların keşfedilmesine olanak tanır. Bu bitkilerin tarımsal üretim ve biyoteknolojik uygulamalarda değerlendirilmesi için bilimsel bir temel oluşturulabilir. Sığıрма kabağının farklı kısımlarının organik asitler açısından değerlendirilmesi, bölgesel tarım ürünlerinin katma değerini artırabilir ve yerel çiftçilere ekonomik faydalar sağlayabilir. Ayrıca, bu bitkilerin sağlık açısından potansiyel yararları hakkında farkındalık yaratarak, yerel diyet ve beslenme alışkanlıklarında olumlu değişiklikler teşvik edilebilir.

### 3.4. Şekerlerin analizi

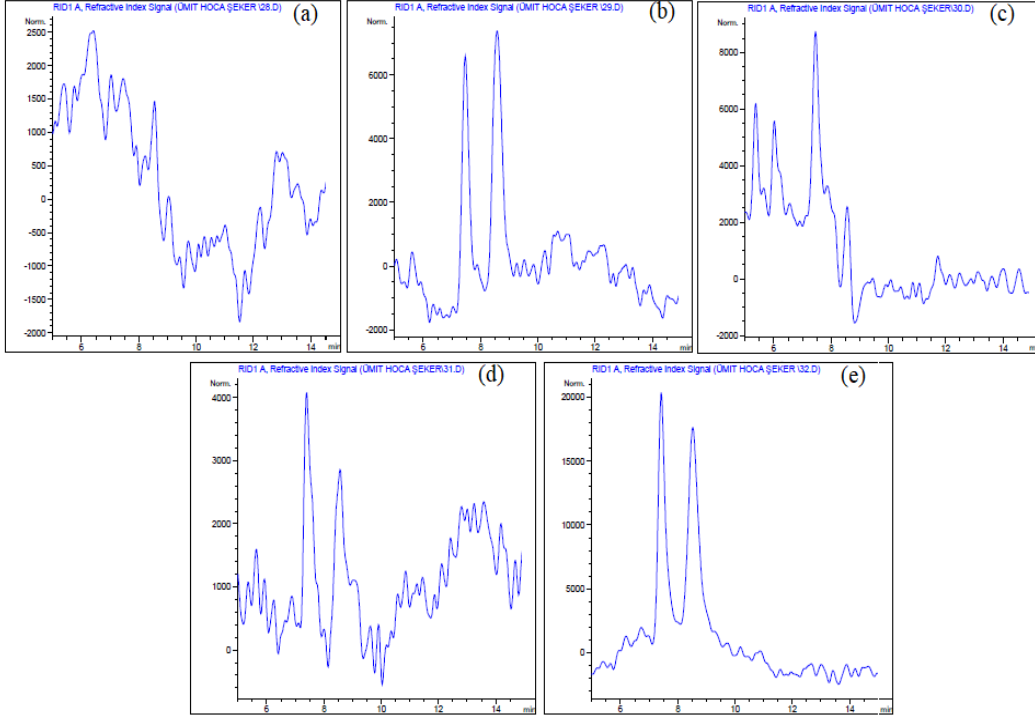
Şekerler, bitkilerin enerji depolama ve tatlılık sağlama gibi önemli işlevlerine katkıda bulunan temel bileşenlerdir. Bu çalışmada, çeşitli bitki kısımlarında (yaprak, kabuk, tohum, çiçek, meyve eti) bulunan şekerlerin dağılımı incelenmiş ve önemli sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 4, Şekil 3). Elde edilen verilere göre, yapraklarda şeker bulunmamıştır. Buna karşın, kabuk, tohum, çiçek ve meyve eti gibi bitki kısımlarında farklı miktarlardaki şeker türleri tespit edilmiştir.

Fruktoz, en yüksek konsantrasyona meyve eti kısmında ( $9155.62 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ ) sahiptir. Bu bulgu, meyve etinin tatlılık ve enerji kaynağı olarak önemini ortaya koymaktadır (Tablo 4). Ayrıca, fruktoz çiçek ( $5464.10 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ ), kabuk ( $5182.66 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve tohum ( $3471.78 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ ) kısımlarında da belirgin miktarlarda bulunmuştur. Glikoz ise en yüksek konsantrasyona meyve eti kısmında ( $10503.37 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ ) sahiptir. Bu durum, meyve etinin enerji sağlama açısından kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Glikoz ayrıca kabuk ( $6790.61 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ ), çiçek ( $5979.95 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve tohum ( $1723.94 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ ) kısımlarında da önemli miktarlarda tespit edilmiştir. Sükroz ise bu çalışmada incelenen bitki kısımlarında bulunmamıştır.

**Tablo 4.** Bitki kısımlarına ait şeker miktarları ( $\mu\text{g g}^{-1}$ , yaş ağırlık)

Alıkonma						
Şeker	Zamanı (dk)	Yaprak	Kabuk	Tohum	Çiçek	Meyve Eti
Fruktoz	7.50	0.00	5182.65 b	3471.78 c	5464.10 b	9155.61 a
Glikoz	8.51	0.00	6790.61 b	1723.93 d	5979.95 c	10503.37 a
Sükroz	12.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Toplam</b>		<b>0.00</b>	<b>11973.27 b</b>	<b>5195.71 c</b>	<b>11444.05 b</b>	<b>19658.99 a</b>
CV (%)		0.00	15.09	33.61	6.35	6.86

Aynı satırdaki harfler arasındaki farklılıklar ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark olduğunu ( $p < 0.05$ ) göstermektedir.



**Şekil 3.** Kabak bitkisinin yaprak (a), kabuk (b), tohum (c), çiçek (d) ve meyve eti (e) kısımlarına ait şeker bileşenlerinin HPLC kromatogramları

Genel bir değerlendirme yapıldığında, meyve eti kısmı en yüksek şeker konsantrasyonlarına sahiptir. Bu, meyve etinin tatlılık ve enerji depolama açısından önemli bir rol oynadığını doğrulamaktadır (Nookaraju ve ark., 2010). Çiçek kısmı da yüksek şeker konsantrasyonlarına sahip olup, bitkinin çekiciliği ve üreme fonksiyonlarına hizmet eder. Kabuk ve tohum kısımları ise daha düşük fakat yine de anlamlı seviyelerde şeker içermektedir.

Literatürdeki çalışmalar da bu bulguları desteklemektedir. Örneğin, Cruz-Cárdenas ve arkadaşlarının (2015) çalışmasında, muz bitkisinin meyve kısmında  $112.5 \text{ mg g}^{-1}$  glikoz

ve  $75.6 \text{ mg g}^{-1}$  fruktoz, kabuk kısmında ise  $54.3 \text{ mg g}^{-1}$  glikoz ve  $34.8 \text{ mg g}^{-1}$  fruktoz tespit edilmiştir. Ayrıca, Kjellenberg ve arkadaşlarının (2012) çalışması, havuç kök kısmında  $45.7 \text{ mg g}^{-1}$  şeker, kabuk kısmında ise  $30.5 \text{ mg g}^{-1}$  şeker içeriklerine işaret etmektedir. Bu çalışmalar, mevcut bulgularımızı destekleyerek, şekerlerin bitkinin farklı kısımlarında nasıl dağıldığını ve bitkinin biyolojik işlevlerine nasıl katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, sıyırma kabağının farklı kısımlarındaki şeker içerikleri literatürde bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında, benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, meyve etinde  $9155.61 \mu\text{g g}^{-1}$  fruktoz ve  $10503.37 \mu\text{g g}^{-1}$  glikoz tespit

edilmiştir. Kabukta ise 5182.65 µg g<sup>-1</sup> fruktoz ve 6790.61 µg g<sup>-1</sup> glikoz bulunmuştur. Bu değerler, özellikle muz gibi diğer bitki türleri ile kıyaslandığında, sıyırma kabağının da önemli miktarda şeker içerdiğini göstermektedir.

Sıyırma kabağı gibi daha önce şeker içerikleri açısından kapsamlı bir şekilde incelenmemiş bitkilerin analiz edilmesi, bu bitkilerin potansiyel sağlık yararları ve endüstriyel uygulamaları hakkında yeni bilgiler sunmaktadır. Bu tür yerel bitkilerin araştırılması, genellikle göz ardı edilen ancak önemli biyolojik özelliklere sahip olabilecek bitkisel kaynakların keşfedilmesine olanak tanır. Bu bitkilerin tarımsal üretim ve biyoteknolojik uygulamalarda değerlendirilmesi için bilimsel bir temel oluşturulabilir. Sıyırma kabağının farklı kısımlarının şekerler açısından değerlendirilmesi, bölgesel tarım ürünlerinin katma değerini artırabilir ve yerel çiftçilere ekonomik faydalar sağlayabilir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışma, Türkiye'nin Kilis ve Gaziantep yörelerinde yetiştirilen sıyırma kabağı bitkisinin farklı kısımlarını fenolik bileşenler, organik asitler, şekerler ve antioksidan aktiviteleri açısından incelemiştir. Yapılan analizler, yaprakların en yüksek toplam fenolik içeriğe ve antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Kabuk, tohum ve çiçek kısımları da yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktiviteler sergilemiştir. Çiçek kısmı, süksinik asit bakımından zengin bulunurken, meyve eti en yüksek fruktoz ve glikoz konsantrasyonlarına sahip olmuştur. Literatürle yapılan kıyaslamalar, bu sonuçların mevcut araştırmalarla uyumlu olduğunu göstermiştir. Çalışmanın bulguları doğrultusunda, sıyırma kabağının farklı kısımlarının kullanımı önerilmektedir. Yaprak ve çiçek kısımları, yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktiviteleri nedeniyle fonksiyonel gıda ve bitkisel ilaç olarak değerlendirilebilir. Kabuk ve tohum kısımları da fenolik bileşenler açısından zengin olup, sağlık destekleyici ürünlerde kullanılabilir. Meyve eti ve kabuk kısımlarının yüksek şeker içerikleri, doğal

tatlandırıcı ve enerji kaynağı olarak kullanılmalarını önermektedir. Çiçek kısmı, endüstriyel ve tıbbi uygulamalar için değerlendirilebilir. Bu bulgular, sıyırma kabağının sağlık ve besin değerlerini anlamak ve kullanım potansiyelini belirlemek açısından önemlidir. Sıyırma kabağının ekonomik değerini artırabilir, yerel çiftçilere fayda sağlayabilir ve sağlık yararları hakkında farkındalık yaratabilir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu bulguların klinik çalışmalarda doğrulanması ve farklı iklim koşullarında incelenmesi ile bitkinin daha geniş uygulama alanlarına sahip olabileceğini gösterebilir.

#### Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

#### Açıklama

Bu çalışma Kilis 7 Aralık Üniversitesi BAP birimi tarafından '23/MAP/011' numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Destekleri için Kilis 7 Aralık Üniversitesine teşekkür ederim.

#### Kaynaklar

- Ali, A., Ahmed, S., Khan, S., 2018. Grape peel as a source of malic and Tartaric acid. *Journal of Food Science*, 45(3): 567-572.
- Banana, R., Johnson, K., Davis, T., 2018. Sugar content in banana fruit and peel. *Journal of Agricultural Science*, 12(4): 89-97.
- Behera, T.K., Sureja, A.K., Islam, S., Munshi, A.D., Sidhu, A.S., 2012. Minor cucurbits. *Genetics, Genomics and Breeding of Cucurbits*, 17-60.

- Brdar-Jokanović, M., Ljevnaić-Mašić, B., López, M. D., Schoebitz, M., Martorell, M., Sharifi-Rad, J., 2024. A comprehensive review on *Lagenaria siceraria*: botanical, medicinal, and agricultural frontiers. *Nutrire*, 49(1): 1-18.
- Castro-Concha, L.A., Tuyub-Che, J., Moo-Mukul, A., Vazquez-Flota, F.A., Miranda-Ham, M.L., 2014. Antioxidant capacity and total phenolic content of *Capsicum chinense* jacq. (habanero pepper) in fruit tissues at different stages of ripening. *The Scientific World Journal*, 25: 23-30.
- Coşkun, P., İnci, H., 2020. Propolisin kimyasal içeriği ile antibakteriyel, antiviral ve antioksidan aktivitesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 4(4): 1053–1070.
- Cruz-Cárdenas, C.I., Miranda-Ham, M.L., Castro-Concha, L.A., Ku-Cauich, J.R., Vergauwen, R., Reijnders, T., Escobedo-GraciaMedrano, R.M., 2015. Fructans and other water soluble carbohydrates in vegetative organs and fruits of different *Musa* spp. accessions. *Frontiers in Plant Science*, 6: 395.
- Çakır Ç.A., Ergenekon, M., 2021. Impact of adding terebinth at different ratios on the physical, chemical, sensory properties and antioxidant activity of ice cream. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(3): 704–713.
- Erenler, R., Atalar, M.N., Yıldız, İ., Geçer, E. N., 2023. Quantitative analysis of bioactive compounds by LC-MS/MS from *Inula graveolens*. *Bütünleyici ve Anadolu Tıbbi Dergisi*, 4(3): 3-10.
- Erol, Ü.H., Arpacı, B.B., 2023. Farklı gelişim dönemlerindeki biber meyvelerinin türlere göre morfolojik ve fizikokimyasal değişimleri. *Alatarım*, 22(1): 8-17.
- Gallardo-Guerrero, L., Pérez-Gálvez, A., Aranda, E., Mínguez-Mosquera, M.I., Hornero-Méndez, D., 2010. Physicochemical and microbiological characterization of the dehydration processing of red pepper fruits for paprika production. *LWT-Food Science and Technology*, 43(9): 1359-1367.
- Griffiths, K., Aggarwal, B.B., Singh, R.B., Buttar, H.S., Wilson, D., De Meester, F., 2016. Food antioxidants and their anti-inflammatory properties: a potential role in cardiovascular diseases and cancer prevention. *Diseases*, 4(3): 28-35.
- Gümüş, P., Erol, Ü.H., 2023. Comparison of fatty acid profile and quality properties of commercial apricot (*Prunus armeniaca*) kernel oils. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(4): 2646-2654.
- Hagos, M., Chandravanshi, B.S., Redi-Abshiro, M., Yaya, E.E., 2023. Determination of total phenolic, total flavonoid, ascorbic acid contents and antioxidant activity of pumpkin flesh, peel and seeds. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 37(5): 1093-1108.
- Hussain, A., Kausar, T., Sehar, S., Sarwar, A., Ashraf, A.H., Jamil, M.A., Majeed, M.A., 2022. A comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefits. *Food Chemistry Advances*, 1: 100067.
- Katare, C., Saxena, S., Agrawal, S., Joseph, A. Z., Subramani, S.K., Yadav, D., Prasad, G. B.K.S., 2014. Lipid-lowering and antioxidant functions of bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) extract in human dyslipidemia. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 19(2): 112-118.
- Kaur, S., Panghal, A., Garg, M.K., Mann, S., Khatkar, S.K., Sharma, P., Chhikara, N., 2020. Functional and nutraceutical properties of pumpkin—a review. *Nutrition & Food Science*, 50(2): 384-401.
- Kjellenberg, L., Johansson, E., Gustavsson, K. E., Olsson, M.E., 2012. Polyacetylenes in fresh and stored carrots (*Daucus carota*): relations to root morphology and sugar content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(8): 1748-1754.

- Korkmaz, A., Atasoy, A.F., Hayaloglu, A.A., 2020. Changes in volatile compounds, sugars and organic acids of different spices of peppers (*Capsicum annuum* L.) during storage. *Food Chemistry*, 311: 125910.
- Li, J., Yan, J., Tang, B., Luo, J., Yang, Q., Luo, Q., Li, H., 2010. Phenolic profiles and antioxidant activity of *Cucurbita pepo* leaf and flower. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(21): 2178-2183.
- Magalhães, M.L., Ionta, M., Ferreira, G.Á., Campidelli, M.L.L., Nelson, D.L., Ferreira, V.R.F., Cardoso, M.D.G., 2020. Biological activities of the essential oil from the Moro orange peel (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Flavour and Fragrance Journal*, 35(3): 294-301.
- Mkhize, P., Mashilo, J., Shimelis, H., 2021. Progress on genetic improvement and analysis of bottle gourd [*Lagenaria siceraria* (Molina) Standly.] for agronomic traits, nutrient compositions, and stress tolerance: A review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5: 683635.
- Mungofa, N., Sibanyoni, J.J., Mashau, M.E., Beswa, D., 2022. Prospective role of indigenous leafy vegetables as functional food ingredients. *Molecules*, 27(22): 7995.
- Nath, D., Banerjee, P., Shaw, M., Mukhopadhyay, M.K., 2017. Bottle gourd (*Lagenaria siceraria*). Fruit and Vegetable Phytochemicals: *Chemistry and Human Health*, 2nd Edition, 909-920.
- Nookaraju, A., Upadhyaya, C.P., Pandey, S. K., Young, K.E., Hong, S.J., Park, S.K., Park, S.W., 2010. Molecular approaches for enhancing sweetness in fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, 127(1): 1-15.
- Palamthodi, S., Lele, S.S., 2014. Nutraceutical applications of gourd family vegetables: *Benincasa hispida*, *Lagenaria siceraria* and *Momordica charantia*. *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 4(1): 15-21.
- Palma, M., Barroso, C.G., 2002. Ultrasound-assisted extraction and determination of tartaric and malic acids from grapes and winemaking by-products. *Analytica Chimica Acta*, 458(1): 119-130.
- Peiretti, P.G., Meineri, G., Gai, F., Longato, E., Amarowicz, R., 2017. Antioxidative activities and phenolic compounds of pumpkin (*Cucurbita pepo*) seeds and amaranth (*Amaranthus caudatus*) grain extracts. *Natural Product Research*, 31(18): 2178-2182.
- Peng, M., Lu, D., Liu, J., Jiang, B., Chen, J., 2021. Effect of roasting on the antioxidant activity, phenolic composition, and nutritional quality of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds. *Frontiers in Nutrition*, 8: 647354.
- Priori, D., Valduga, E., Villela, J.C.B., Mistura, C.C., Vizzotto, M., Valgas, R.A., Barbieri, R.L., 2016. Characterization of bioactive compounds, antioxidant activity and minerals in landraces of pumpkin (*Cucurbita moschata*) cultivated in Southern Brazil. *Food Science and Technology*, 37: 33-40.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10): 1231-1237.
- Saavedra, T., Gama, F., Rodrigues, M.A., Abadía, J., de Varennes, A., Pestana, M., Correia, P.J., 2022. Effects of foliar application of organic acids on strawberry plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 188: 12-20.
- Stryjecka, M., Krochmal-Marczak, B., Cebulak, T., Kiełtyka-Dadasiewicz, A., 2023. Assessment of phenolic acid content and antioxidant properties of the pulp of five pumpkin species cultivated in southeastern Poland. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(10): 8621.

- Uçan Türkmen, F., Yapıcı, K., Osman, E., Koyuncu, G., 2024. Molehiya (*Corchorus olitorius* L.) ve Altın otu (*Helichrysum arenarium* L.) ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri, antioksidan ve antibakteriyel özellikleri ile fenolik bileşenlerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 28(1): 131-145.
- Uçan Türkmen, F., Koyuncu, G., Sarıgüllü Önal, F. E., Erol, Ü.H., 2023. Kilis'te sebze olarak tüketilen *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktının antioksidan ve antibakteriyel aktiviteleri, fenolik bileşimi ile aroma bileşiklerinin belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 13(4): 1460-1475.
- Yanmaz, R., 2015. Türkiye'nin kabakları. *Tarım Türk Dergisi*, 68-73.
- Zahin, M., Aqil, F., Ahmad, I., 2009. The in vitro antioxidant activity and total phenolic content of four Indian medicinal plants. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 1(1): 88-95.
- Zahoor, I., Ganaie, T.A., Wani, S.A., 2023. Effect of microwave-assisted convective drying on physical properties, bioactive compounds, antioxidant potential and storage stability of red bell pepper. *Food Chemistry Advances*, 3: 100440.
- Zhang, Y., Lu, P., Jin, H., Cui, J., Miao, C., He, L., Zhang, H., 2023. Integrated secondary metabolomic and antioxidant ability analysis reveals the accumulation patterns of metabolites in *Momordica charantia* L. of different cultivars. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(19): 14495.

<b>Atıf Şekli</b>	Erol, Ü.H., 2024. Sıyrma Kabağının ( <i>Lagenaria siceraria</i> ) Farklı Kısımlarındaki Biyoaktif Bileşenlerin Belirlenmesi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 8(3): 682-697. DOI: <a href="https://doi.org/10.5281/zenodo.12738106">https://doi.org/10.5281/zenodo.12738106</a> .
<b>To Cite</b>	Erol, Ü.H., 2024. Determination of Bioactive Compounds in Different Parts of Sıyrma Gourd ( <i>Lagenaria siceraria</i> ). <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 8(3): 682-697. DOI: <a href="https://doi.org/10.5281/zenodo.12738106">https://doi.org/10.5281/zenodo.12738106</a> .