

Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott Meyve Ve Yaprak Özütlерinin Biyolojik Aktivitelerinin Belirlenmesi

Nebahat Aytuna Çerçi^{1*}, Meryem Burcu Külahcı², Betül Aydın², Ebru Beyzi³,
Abdülkadir Arslan⁴, Sevinç Demir⁵

¹ Kırıkkale Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kırıkkale, Türkiye

² Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 06500, Ankara, Türkiye

³ Gazi Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Ankara, Türkiye

⁴ Ankara Büyükşehir Belediyesi, Kırsal Hizmetler Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye

⁵ Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Öne Çıkanlar

- Günümüzde insanların sağlık ve gıda endüstrisindeki doğal içerikli ürünlere olan ilgisi gittikçe artmaktadır.
- Aronya meyveleri, içerdiği zengin fitokimyasal bileşikler nedeniyle antioksidan aktivite göstermekte, ayrıca çeşitli hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde etkin rol oynamaktadır.
- Aronya bitkisinin farklı kısımlarının farklı çözücü ve yöntemlerle elde edilmiş özütlерinin antioksidan ve antimikrobiyal etkisi ile sitotoksitesi gösterilmiştir.

Makale Bilgileri

Geliş: 18/01/2024

Kabul: 30/04/2024

Anahtar Kelimeler

Aronia melanocarpa (Michaux) Elliot, Antimikrobiyal aktivite, Antioksidan aktivite, Sitotoksite, Agroekoloji.

Öz

Aronia melanocarpa (Michaux) Elliot, Rosaceae familyasının bir üyesi olup, çok yıllık bir çalı formunda ve üzümşü meyveleri olan bir bitkidir. Kuzey Amerika ve Kanada'nın doğusu orjinli olan aronya, 2012 yılından itibaren Türkiye'de de yetiştirilmektedir. İçeriğinde yüksek oranda polifenoller bulundurması ve üzümşü meyveler içerisinde en yüksek antosiyanin miktarına sahip olmasıyla birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Aronya bitkisinin farklı kısımları ile yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda bu bitkinin sindirim sistemi hastalıkları, kardiyovasküler hastalıklar ve çeşitli kanser türleri üzerinde koruyucu etkisinin olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı, Ankara-Gölbaşı'nda agro-ekolojik koşullarda yetiştirilen Aronya bitkisinin meyve ve yaprak kısımlarının metanol özütlерinin antimikrobiyal, antioksidan ve sitotoksik aktivitelerinin tespit edilmesidir. Bu amaçla bitkinin yaş ve kuru meyveleri ile yapraklarından metanol özütleri elde edilmiş, bu özütlерin farklı patojen mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal aktiviteleri mikrodilüsyon yöntemi ile antioksidan kapasiteleri ise DPPH serbest radikali süpürme testi ile belirlenmiştir. Ayrıca özütlерin sağlıklı L929 fibroblast hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisi MTT testi ile tespit edilmiştir. En yüksek antimikrobiyal etkinin, kuru meyve özütlünün *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 üzerine (Minimum inhibitory concentration değeri: 12,5 mg/mL) olduğu, özütlерin tümünün yüksek DPPH süpürücü etkiye sahip olduğu ve en yüksek antioksidan aktiviteyi ise yaş meyve özütlünün gösterdiği (IC₅₀: 0,71 ± 0,12 µg/mL) tespit edilmiştir. Özütlер çalışılan dozlarda sağlıklı hücrelerin canlılığını yüksek oranda etkilememiş; özellikle düşük dozlarda ISO standartlarının kabul sınırları dâhilinde olan %70 ve üzeri canlılık gözlemlenmiştir.

Determination of The Biological Properties of *Aronia Melanocarpa* (Michx.) Elliott Fruit and Leaf Extracts

Highlights

- Nowadays, people's interest in natural products in the health and food industry is increasing.
- Aronia fruits show antioxidant activity due to the rich phytochemical compounds they contain, and also play an active role in the prevention and treatment of various diseases.
- The antioxidant, antimicrobial effects and cytotoxicity of extracts of different parts of the Aronia plant obtained with different solvents and methods have been demonstrated.

Article Info

Received: 18/01/2024

Accepted: 30/04/2024

Keywords

Aronia melanocarpa (Michaux) Elliot, Antimicrobial activity, Antioxidant activity, Cytotoxicity, Agroecology.

Abstract

Shoul *Aronia melanocarpa* (Michaux) Elliot is a member of the Rosaceae family, a perennial shrub with berries. Originating from North America and eastern Canada, Aronia has been cultivated in Turkey since 2012. The fact that it contains high amounts of polyphenols and has the highest amount of anthocyanins among berries has attracted the attention of many researchers. As a result of various studies conducted with different parts of the Aronia plant, it has been shown that this plant has a protective effect on digestive system diseases, cardiovascular diseases, and various types of cancer. The aim of this study was to determine the antimicrobial, antioxidant, and cytotoxic activities of methanol extracts of fruit and leaf parts of Aronia plant grown under agroecological conditions in Ankara-Gölbaşı. For this purpose, methanol extracts were obtained from the fresh and dry fruits and leaves of the plant, and the antimicrobial activities of these extracts on different pathogenic microorganisms were determined by the microdilution method, and their antioxidant capacities were determined by DPPH free radical scavenging test. In addition, the cytotoxic effect of the extracts on healthy L929 fibroblast cells was determined by MTT assay. The dried fruit extract had the highest antimicrobial effect on *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (Minimum inhibitory concentration value: 12.5 mg/mL), all of the extracts had a high DPPH scavenging effect, and the highest antioxidant activity was shown by the fresh fruit extract (IC₅₀: 0, 71 ± 0.12 µg/mL) was detected. The extracts did not highly affect the viability of healthy cells at the doses studied; especially at low doses, 70% and above viability was observed, which is within the acceptance limits of ISO standards.



Makale, Creative Commons 4.0 (CC BY NC SA) uluslararası lisansı altında açık erişim olarak yayımlanmaktadır.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nebahat Aytuna Çerçi, aytunacerci@kku.edu.tr

1. GİRİŞ

İnsanlar, gelirlerinin ve yaşam standartlarının artmasıyla birlikte gıda ve sağlık konusunda daha yüksek beklentiler içine girmekte ve bunun sonucu olarak da biyo-aktif bileşenler içeren sağlıklı gıdalara yönelik pazar talebi günden güne artmaktadır [1]. Aynı zamanda sağlık ve gıda endüstrisindeki doğal içerikli ürünlere olan ilginin artması, tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen ürünlerin önemini de ayrıca artırmaktadır [2].

Antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip, polifenoller açısından zengin bir meyve olan Aronya (*Aronia melanocarpa*), günümüzde en çok tercih edilen üzüksü meyveler arasında yer almaktadır [3]. Aronya meyveleri, içerdiği zengin fitokimyasal bileşikler nedeniyle antioksidan aktivite göstermekle kalmayıp, kalp hastalıkları, kanser ve kronik hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde etkin rol oynamaktadır [4-7]. Farklı türde polifenoller (antosiyantinler ve proantosiyanidinler), organik asit ve polisakkaritler gibi biyoaktif madde içeriği yüksek olan meyvelerin, daha düşük arterioskleroz riski, anti-diyabetik etki ve obezite ile ilişkili olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür [1]. Alternatif olarak, hepatik insülin direncinin iyileştirilmesi için daha güçlü ve daha güvenli tedavilerin olası kaynakları gibi hareket edebileceklerinden dolayı bunların biyoaktif bileşiklerinin potansiyel kullanımı son zamanlarda ilgi çekmiştir. Antosiyantinler, flavonoidler ve fenolik asit gibi nispeten yüksek antioksidan aktivitelerine katkıda bulunan ve hepatik insülin direncinin azaltılmasında yararlı etkiler gösteren yüksek fenolik bileşik içeriği nedeniyle aronya meyveleri ve yaprakları üzerine önemli araştırmalara odaklanılmıştır [8]. *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli*'ye karşı Aronya meyve özütlerinin in vitro ortamda bakteriyostatik aktivite gösterdiği, aynı zamanda influenza A virüsüne karşı da antiviral aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir [9]. *Staphylococcus* ve *Salmonella* patojenlerini inhibe ettiği yapılan çalışmalarda belirlenmiştir [10]. Yüksek fenolik içeriklerinden dolayı Aronya özütlerinin ince bağırsakta antimikrobiyal etki oluşturduğu da bildirilmiştir [11].

Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot), Kuzey Amerika ve Kanada'nın doğusu orijinli olup, hemen hemen her iklim koşuluna ve toprağa kolaylıkla uyum sağlayan, 19. yüzyıl sonunda Avrupa'ya ve Rusya'ya geri göçler döneminde getirilerek yetiştirilmeye başlanan önemli bir bitkidir [12-13]. Rosaceae familyasının bir üyesi olan Aronya, Mayıs ayında çiçeklenip, Ağustos ve Eylül aylarında hasadı yapılan, mor-siyah meyvelerin ekşi ve buruk tatları olan, bitkinin ömrü 15-20 yıl, 2-3 m kadar boylanabilen çalı formunda ve uzun ömürlü bir üzüksü meyve türüdür [14]. Aronya meyveleri özellikle; meyve suları, şaraplar, reçeller ve doğal gıda renklendiricilerinde yaygın olarak kullanılan bileşenlerdir [15].

Bütün tıbbi ve aromatik bitkilerde olduğu gibi Aronya bitkisinin de içeriği iklim, toprak, sulama, gübreleme, hasat zamanı vb. gibi kültürel işlemlerin sonucunda değişiklik gösterebilmektedir. Aronya bitkisinin meyve ve yaprak kısımlarının antimikrobiyal, antioksidan ve sitotoksik aktivitelerinin tespit edilmesi açısından Ankara ili Gölbaşı ilçesi Günalan mahallesi Agro-Ekolojik koşullarında yetiştirilen Aronya için yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Buradan yola çıkılarak Agro-Ekolojik bölgelerin bitkinin meyve ve yaprakları üzerindeki bu değişimlerin etkilerini incelemek üzere, çalışmamızda bu bölgede yetiştirilen Aronya meyvesi ve yaprakları kullanılmış olup, amacımız bitkinin meyve ve yapraklarının özellikle sağlık alanında kullanılabilecek potansiyel bir terapötik ajan olabileceği yönündeki verileri desteklemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Bitki Özütlerinin Elde Edilmesi

Aronya bitkisi Gölbaşı Ankara'da bulunan, Günalan Mahallesi Barshan Aronya Üretim Bahçesi'nden, Eylül 2023 tarihinde toplanmıştır. Aronya bitkisinin yaş ve kuru formu dondurularak, bitki yaprakları ise kurutularak toz hâline getirilmiştir. Toz hâldeki örneklerin ekstraksiyonu, her 100 g bitki için 300 mL metanol eklenerek, işlemin 3 defa tekrar edilmesi ile su banyolu sonikatör kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen özütler evaporatör ile kurutularak +4°C'de buzdolabında saklanmıştır.

2.2. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi

Mikrodilüsyon yöntemi ile antimikrobiyal aktivite deneylerinde; bakteriler için CLSI M100 ve M07-A10 standardı, maya türleri için CLSI M44-A standardı rehber olarak kullanılmıştır. Rehberde tüm mikroorganizmaların 24 saatlik taze kültürlerinin konsantrasyonları 0,5 MacFarland bulanıklık standardına göre ayarlanarak, 1:10 oranında sulandırılmıştır. Elde edilen inokülümden 5 µL alınarak tüm kuyucuklara eklenerek istenilen konsantrasyonda ($1,5-2 \times 10^5$ cfu/mL) ekim gerçekleştirilmiştir. Özütlerden 100 mg/mL'den başlanarak 1:2 dilüsyon oranı ile toplamda 8 konsantrasyon kuyucuklara uygulanmıştır. Sterilite kontrolü için sadece besiyeri bulunan kuyular ve bakteri büyümesi değerlendirmesi için sadece inokülüm ekili kuyucuklar uygulanmıştır. Tüm uygulamalar yapıldıktan sonra hazırlanan mikropalakalar kilitli poşet içerisine konularak, nemli ortamda 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Minimum inhibisyon konsantrasyon (MİK) değerlerinin belirlenmesi için; inkübasyon sonrasında mikropalakadaki her kuyucuktan 10 µL alınarak bakteriler için Triptik soy agar ve mayalar için Sabouraud dekstroz agar besiyerine ekim yapılarak 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonrası ekim sonuçları değerlendirilerek veriler elde edilmiştir [16-18].

2.3. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Özütlerin antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) testi kullanılmıştır. Bunun için hazırlanan özütlerin stok çözeltilerinden elde edilen çeşitli konsantrasyonları metanol içindeki DPPH (0,04 mg/mL) ile karıştırılarak oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edilmiş ve 517 nm'de spektrofotometrik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Metanol ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) sırasıyla negatif kontrol ve test standardı olarak kullanılmıştır. Özütlerin DPPH radikallerini inhibe etme yüzdesi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır [19].

$$(\%) \text{ inhibisyon} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

A₀: Negatif kontrolün absorbansı

A₁: Özüt ve standart absorbansı

2.4. Sitotoksitenin Belirlenmesi

Sitotoksitenin belirlenmesi için MTT testi uygulaması, ISO 10993-5 standartlarına uygun koşullarda gerçekleştirilmiştir [20]. L929 fibroblast hücreleri 96 kuyucuklu mikropalakalara her bir kuyucuğa 1×10^4 hücre olacak şekilde ekimi yapılmış ve hücreler 24 saat süreyle 37°C'de (%5 CO₂'li ortamda) inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası hücrelerin mikroskop altında incelemesi yapılmış ve ekstraksiyonu yapılan yaş ve kuru aronya ile yaprak özütlerinin %5'lik DMSO'da stok çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan stoklardan 100 mg/mL'den (final konsantrasyonda DMSO miktarı %0,1'i geçmeyecek şekilde stok çözeltilerden hazırlanmıştır) başlanarak 8 konsantrasyon (1/2 dilüsyon ile) hücrelere uygulanmıştır. Uygulama sonrası inkübasyon koşulları değiştirilmeden 24 saat inkübe edilmiştir. Negatif kontrol olarak sadece besi ortamı, pozitif kontrol olarak %20'lik DMSO ve kontrol çözücüsü olarak %0,1'lik DMSO hücrelere uygulanmıştır. 24 saat sonunda kuyucuklardaki vasatlar atılarak, 3 defa PBS (1X) ile yıkanarak her kuyucuğa 50 µL MTT çözeltisi ilave edilmiş ve 2-4 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası MTT solüsyonu kuyulardan atılıp 100 µL izopropanol eklenerek 15 dakika inkübe edilmiş ve hücre canlılığının tespiti için spektrofotometrede OD570 nm'de okutulmuştur. Aşağıda verilen denkleme göre hücre canlılık (%) hesaplaması tek tek ve hücre canlılığı ortalamalarına göre yapılmış, istatistiksel olarak standart sapma (hata) çubukları belirlenmiştir

$$\text{Hücre Canlılığı (\%)} = (\text{OD570 (özüt)} / \text{OD570 (kontrol)}) \times 100$$

OD: Absorbans (Optical Density)

3. BULGULAR

3.1. Antimikrobiyal Aktivite Sonuçları

Hazırlanan aronya özütlerinin antimikrobiyal aktivite çalışmaları sıvı mikrodilüsyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bulunan MİK değerleri Çizelge 1’de gösterilmiştir. En yüksek antimikrobiyal etkinin, kuru meyve özütünün *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 üzerine olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Özütlerin patojen mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkisi (MİK değerleri, mg/mL)

Mikroorganizmalar	Taze meyve	Kuru meyve	Yaprak
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	>25	12,5	50
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	>25	>50	50
MRSA ATCC 43300	>25	50	>50
<i>Klebsiellae pneumonia</i> ATCC 13883	>25	>50	50
<i>Escherichia coli</i> ATCC 35218	>25	>50	50
VRE ATCC 52199	>25	50	>50
<i>Candida krusei</i> ATCC 6258	>25	>50	>50
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	25	50	>50

3.2. Antioksidan Aktivite Sonuçları

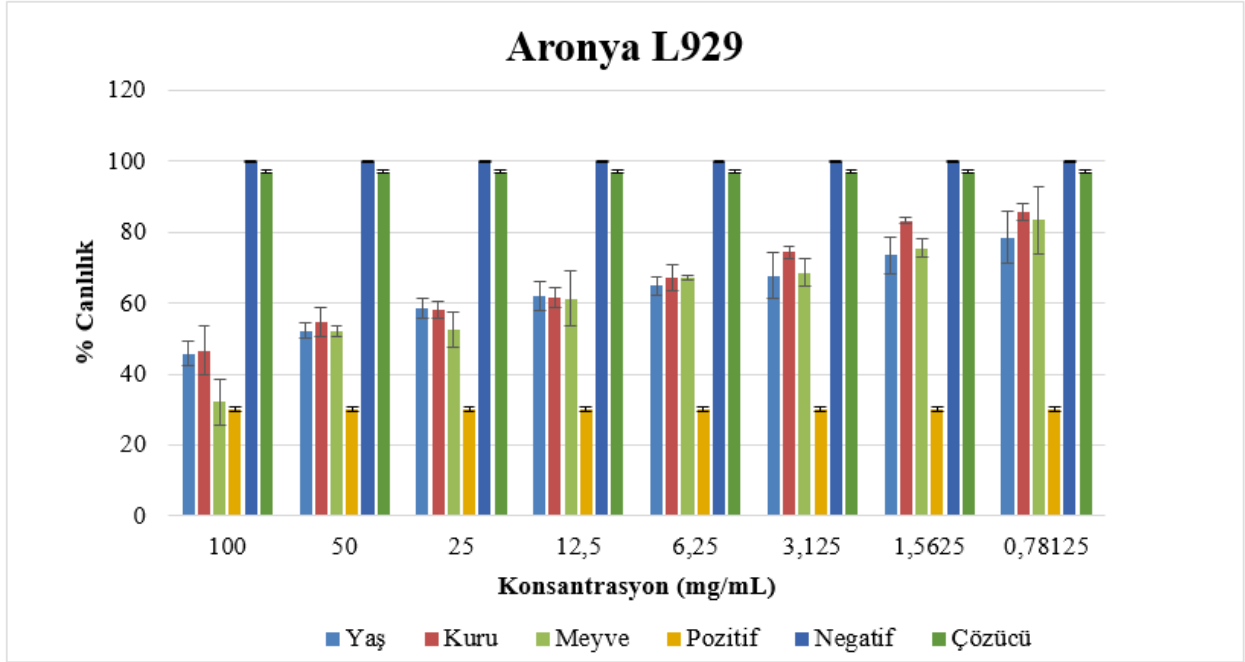
Özütlerin ve standart antioksidan olarak kullanılan BHT’nin DPPH serbest radikalini süpürücü etkisi IC₅₀ cinsinden Çizelge 2’de gösterilmiştir. En yüksek antioksidan etkiyi taze meyve özütü göstermiştir. Tüm özütlerin standart antioksidan BHT’den daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 2. Özütlerin DPPH serbest radikalini süpürücü etkisi

Özüt Adı	IC ₅₀ (µg/mL)
Taze meyve	0,71 ± 0,12
Kuru meyve	10,22 ± 0,43
Yaprak	2,11 ± 0,70
BHT	96,47 ± 0,32

3.3. Sitotoksosite sonuçları

Gerçekleştirilen MTT çalışması sonucunda bitkinin metanol özütünün sitotoksitesinin araştırıldığı 8 konsantrasyonun (100-0,78; 1:2 dilüsyon), 100 mg/mL konsantrasyonu hariç, taze ve kuru meyve ile yaprak özütlerinin tümü %50 ve üzerinde hücre canlılığı göstermiştir. Özütlerin sağlıklı hücre hattı olan L929 üzerindeki hücre canlılığına etkisi Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Özütlere sağlıklı hücre hattı olan L929 üzerindeki hücre canlılığına etkisi

4. TARTIŞMA

Bitki özütlerinin fenolik içeriği ile antimikrobiyal etki arasında doğrudan bir ilişki olduğu birçok deneysel çalışmada gösterilmiştir [21]. *Aronia melanocarpa* meyveleri, başta antosiyaninler - siyanin glikozitleri olmak üzere fenolik maddeler açısından en zengin bitki kaynaklarından biri olmakla beraber meyvelerinin antosiyanin içeriği 100 g taze meyve başına 460 mg civarındadır. Antosiyaninlerin başta Gram-pozitif bakteriler olmak üzere çeşitli mikroorganizmalara karşı aktif olduğu bilinmektedir [22-23]. Araştırma sonuçlarımızda test edilen Gram-pozitif bakteriler (özellikle *S.aureus*) ve *Candida albicans*'ın, aronyanın kuru meyve metanol özütüne Gram-negatif bakterilerden daha duyarlı olduğunu göstermiştir. Böyle bir etkinin antosiyaninlerden kaynaklanması mümkündür.

2020 yılında yapılan bir çalışmada *A. melanocarpa*'nın yaprak özütünün en iyi antimikrobiyal etkisini *S. aureus* ve *Salmonella enterica* üzerinde gösterdiği bildirilmiştir [24]. Tian ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptıkları çalışmada *A. melanocarpa* yaprak özütünün *E. coli*, *S. aureus*, *Bacillus cereus*, *L. monocytogenes* ve *S. enterica*'ya karşı antibakteriyel aktivitesi araştırılmış, sonuçta *E.coli*'nin en dirençli suş olduğu belirtilmiştir [25]. Cvetanović ve arkadaşları yaprak, meyve ve gövdeden elde edilen *A. melanocarpa* özütlerinin iki Gram-pozitif bakteri suşuna (*S. aureus*, *Bacillus subtilis*) ve dört Gram-negatif bakteri suşuna (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*) ve ayrıca iki mantar türüne (*C. albicans* ve *Aspergillus niger*) karşı antimikrobiyal aktivitesini analiz etmiştir. Yaprak özütleri *P. mirabilis*'e karşı en güçlü aktiviteyi göstermiştir. En dirençli suşlar *K. pneumoniae*, *E. coli* ve *A. niger* olmuştur [26]. Bu çalışmaların sonuçları araştırmamızın sonuçlarını desteklemektedir.

Oszmiański ve Wojdyło 2005 yılında yaptıkları çalışmada *A. melanocarpa* bitkisinin taze meyve, meyve posası ve meyve posasının antioksidan kapasitesini DPPH testi ile araştırmışlar ve Aronya meyve özütünün yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu söylemişlerdir [27]. Benzer şekilde araştırma bulgularımızda da gözlemlendiği üzere Aronya bitkisinin yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Szopa ve arkadaşları 2017 yılında yaptıkları çalışmada 3 farklı aronya türünün meyve ve yapraklarından elde edilen metanol özütlerinin antioksidan kapasitelerini araştırmışlar ve yaprak özütlerinin meyve özütlerine göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte bitkinin toplanma yerinin ve zamanının antioksidan aktivite üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir [28]. Araştırma verilerimizle karşılaştırıldığında da yaprak özütlerinin kuru meyve özütlerinden daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği gözlemlenmiştir.

Lee ve arkadaşları 2014 yılında yaptıkları çalışmada genç, olgun ve yaşlı Aronya yapraklarından elde ettikleri metanol özütlerinin antioksidan aktivitelerini araştırmışlar ve özellikle genç ve olgun yaprak özütlerinin bu çalışmadakine benzer şekilde sentetik bir antioksidan madde olan BHT'den daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bulmuşlardır [29].

Zdunić ve arkadaşları 2020 yılında yaptıkları çalışmada Aronya yapraklarından elde ettikleri etanol özütü ile birlikte etil asetat, n-bütanol ve su fraksiyonlarının antioksidan kapasitesini BHT ile karşılaştırdıklarında farklı sonuçlar elde etmişler ve başka çalışmalarla mevcut verileri karşılaştırmanın metodoloji farklılıklarından dolayı zor olduğunu söylemişlerdir [30].

Literatürde Aronya bitkisinin farklı kısımlarının farklı çözücü ve yöntemlerle elde edilmiş özütlerinin antioksidan aktiviteye sahip olduğunu gösteren birçok çalışma mevcuttur [31-34]. Bu çalışmalarda çözücü farklılıkları, yöntem farklılıkları, veri değerlendirme farklılıkları gibi etkenler sebebiyle mevcut çalışmadan elde edilen verilerle kıyaslamayı engelleyecek etkenler mevcuttur. Ancak bu bitki türünün, çalışmamız verileri de doğrultusunda, yüksek antioksidan aktiviteye sahip olması mevcut literatür bilgisini desteklemektedir.

Owczarek ve arkadaşları Aronya yaprağı ham fenolik ve saflaştırılmış fenolik bakımından zengin özütlerinin insan intestinal hücre hattı (CCD 841 CoN) ve kolon kanseri hücre hatlarındaki sitotoksik potansiyelini incelemişler ve hücre canlılığının %50 oranda azalmasının ancak 72 saat inkübasyon sonrasında gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte özütlerin kanser hücrelerine olan sitotoksik etkisinin sağlıklı hücrelerine göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir [35]. Araştırma bulgularımızın Owczarek ve arkadaşlarının verilerini destekler şekilde sağlıklı hücrelerde daha az toksik etki gösterdiği belirlenmiştir.

Caliskan ve arkadaşları 2023 yılında yaptıkları çalışmada Aronya özütünün 400 µg/mL'ye kadar olan konsantrasyonlarda tümörjenik olmayan insan umbilikal ven endotel hücre hattı (HUVEC) canlılığını 48 saat içinde önemli ölçüde etkilemediğini, 500 ve 750 µg/mL konsantrasyonları ile muamelenin ardından ise hücre canlılığının kontrole kıyasla önemli ölçüde azaldığını göstermişlerdir [36]. Mevcut çalışmada kullanılan konsantrasyonların bu çalışmaya göre oldukça yüksek olmasına rağmen hücre canlılığının en yüksek konsantrasyon hariç %50'nin üzerinde olması kullanılan özütlerin biyoyoumluluğu konusunda umut vaat etmektedir. Özellikle düşük konsantrasyonlarda ISO standartlarının kabul sınırları dâhilinde olan %70 ve üzeri canlılığın gözlemlenmesi farmasötik endüstrisi ve tıbbi cihaz uygulamalarında bitkinin kullanılabilme potansiyelinin olduğunu düşündürmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI/ÇAKIŞMASI BİLDİRİMİ

Yazarlar arasında çıkar çatışması/çakışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKI ORANLARI

Nebahat Aytuna Çerçi: Kavramlaştırma, Araştırma, Metodoloji, Makalenin yazımı- İnceleme ve Düzenleme. **Meryem Burcu Külahcı:** Kavramlaştırma, Araştırma, Metodoloji, Makalenin yazımı- İnceleme ve Düzenleme. **Betül Aydın:** Kavramlaştırma, Araştırma, Metodoloji, Makalenin yazımı- İnceleme ve Düzenleme. **Ebru Beyzi:** Metodoloji, Araştırma, Makalenin yazımı- İnceleme ve Düzenleme. **Abdülkadir Arslan:** Materyal temini, Makalenin yazımı- İnceleme ve Düzenleme. **Sevinç Demir:** Materyal temini, Makalenin yazımı- İnceleme ve Düzenleme.

KAYNAKLAR

- [1] Gironés-Vilaplana, A., Baenas, N., Villaño, D., Speisky, H., García-Viguera, C., and Moreno, D.A. (2014). Evaluation of Latin-American fruits rich in phytochemicals with biological effects. *Journal of Functional Foods*, 7, 599–608. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.12.025>.
- [2] İşbilir, G., Gökmen, A. Ş. C. I., İsmail, A. L., ve Özdemir, E. (2023). Bitkisel yağların tıbbi ve aromatik kullanımı. *International Journal of Sustainability*, 1(1):93-111.
- [3] Denev, P., Kratchanova, M., Petrova, I., Klisurova, D., Georgiev, Y., Ognyanov, M., and Yanakieva, I. (2018). Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) fruits and functional drinks differ significantly in their chemical composition and antioxidant activity. *Journal of Chemistry*, 9574587.
- [4] Oszmiański, J., and Lchowicz, S. (2016) Effect of the production of dried fruits and juice from chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) on the content and antioxidative activity of bioactive compounds. *Molecules*, 21(8), 1098.
- [5] Chrubasik, C., G. Li and Chrubasik, S. (2010). The clinical effectiveness of chokeberry: A systematic review. *Phytotherapy Research*, 24, 1107-1114.
- [6] Graves, S. E. (2013). Excretion of Phenolic Compounds After Consumption of Fresh versus Aged Chokeberry Juice in Rats, University of Arkansas, Fayetteville Follow Date of Graduation 8 Thesis.
- [7] Tolić, M.T., Krbavčić, I. P., Vujević, P., Milinović, B., Jurčević, I. L. and Vahčić, N. (2017). Effects of weather conditions on phenolic content and antioxidant capacity in juice of chokeberries (*Aronia melanocarpa* L.). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67(1), 50-51. DOI: 10.1515/pjfn-2016-0009.
- [8] Lee, H.Y. (2019). Optimization of cyanidin-3-O-galactoside production from *Aronia melanocarpa* Elliot from nonthermal ultrasonic extraction process by response surface methodology. *Applied Sciences*, 9(6), 1203.
- [9] Valcheva-Kuzmanova, S.V., and Belcheva, A. (2006). Current knowledge of *Aronia melanocarpa* as a medicinal plant. *Folia Medica*, 48, 11-17.
- [10] Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Alakomi, H. and Oksman-Caldentey, K. (2005). The action of berry phenolics against human intestinal pathogens, *Biofactors*, 23(4), 243-251.
- [11] Jaroniewski, W. (1998). Aronia czarnoowocowa w lecznictwie i dietetyce. *Wiadomości Zielarskie*, 40(07-08).
- [12] Hardin, J.W. (1973). The enigmatic chokeberries (*Aronia*, Rosaceae), 100(3), 178-84.
- [13] Strigl, A.W., Leitner, E., and Pfannhauser, W. (1995). Die schwarze Apfelbeere (*Aronia melanocarpa*) als Natürliche Farbstoffquelle. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 91,177-80.
- [14] Ara, V. (2002). Schwarzfruchtige Aronia: Gesund –und bald “in aller Munde”? *Flüssiges Obst*, 10, 653-8.
- [15] Kokotkiewicz, A., Jaremicz, Z., and Luczkiewicz, M. (2010). Aronia plants: A review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *Journal of Medicinal Food*, 13(2), 255–269.
- [16] Clinical and laboratory Standards Institute (CLSI, 2018). M44 Method for Antifungal Disk Diffusion Susceptibility Testing of Yeasts, 3rd Edition. <https://clsi.org/standards/products/microbiology/documents/m44/> (Son Erişim Tarihi:22.06.2022)
- [17] Clinical and laboratory Standards Institute (CLSI, 2015). M07-A10 - Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria that grow aerobically; approved standart-10th edition.
- [18] Clinical and laboratory Standards Institute (CLSI, 2018). M100 Performance Standart for Antimicrobial Susceptibility testing, 28th Edition. https://clsi.org/media/1930/m100ed28_sample.pdf (Son Erişim Tarihi: 22.06.2022)
- [19] Braca, A., De Tommasi, N., Di Bari, L., Pizza, C., Politi, M., and Morelli, I. (2001). Antioxidant principles from *Bauhinia tarapotensis*. *Journal of Natural Products*, 64(7), 892-895.
- [20] TS EN ISO 10993-5 Biological evaluation of medical devices - Part 5: Tests for *in vitro* cytotoxicity, 2020. <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073089106102050106050101105074084068>. (Son Erişim Tarihi:27.06.2022)
- [21] Alberto, M.R., Canavosio, M. A. R. and Manca de Nadra, M.C. (2006). Antimicrobial effect of polyphenols from apple skins on human bacterial pathogens. *Electronic Journal of Biotechnology*, 9(3), 693-700.
- [22] Cisowska, A., Wojnicz, D., Hendrich, and A.B. (2011). Anthocyanins as antimicrobial agents of natural plant origin. *Natural Product Communications*, 6(1), 149-156. doi:10.1177/1934578X1100600136.

- [23] Liepiņa, I., Nikolajeva, V., and Jākobsone, I. (2013). Antimicrobial activity of extracts from fruits of *Aronia melanocarpa* and *Sorbus aucuparia*. *Environmental and Experimental Biology*, 11(4), 195-199.
- [24] Efenberger-Szmechtyk, M., Nowak, A., Czyżowska, A., Kucharska, A. Z., and Fecka, I. (2020). Composition and antibacterial activity of *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, *Cornus mas* L. and *Chaenomeles superba* Lindl. leaf extracts. *Molecules*, 25(9), 1-21.
- [25] Tian, Y., Pугanen, A., Alakomi, H. L., Uusitupa, A., Saarela, M., and Yang, B. (2018). Antioxidative and antibacterial activities of aqueous ethanol extracts of berries, leaves, and branches of berry plants. *Food Research International*, 106, 291-303.
- [26] Cvetanović, A., Zengin, G., Zeković, Z., Švarc-Gajić, J., Ražić, S., Damjanović, A., Mašković P., and Mitić, M. (2018). Comparative *in vitro* studies of the biological potential and chemical composition of stems, leaves and berries *Aronia melanocarpa*'s extracts obtained by subcritical water extraction. *Food and Chemical Toxicology*, 121, 458.
- [27] Oszmiański, J., and Wojdyło, A. (2005). *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, 221, 809–813. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0002-5>.
- [28] Szopa, A., Kokotkiewicz, A., Kubica, P., Banaszczak, P., Wojtanowska-Krośniak, A., Krośniak, M., Marzec-Wróblewska, U., Badura, A., Zagrodzki, P., Bucinski, A., Luczkiewicz, M., and Ekiert, H. (2017). Comparative analysis of different groups of phenolic compounds in fruit and leaf extracts of *Aronia* sp.: *A. melanocarpa*, *A. arbutifolia*, and *A. prunifolia* and their antioxidant activities. *European Food Research and Technology*, 243, 1645–1657. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2872-8>.
- [29] Lee, J. E., Kim, G. S., Park, S., Kim, Y. H., Kim, M. B., Lee, W. S., Jeong, S.W., Lee, S.J., Jin, J.S., and Shin, S. C. (2014). Determination of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenol components using liquid chromatography–tandem mass spectrometry: Overall contribution to antioxidant activity. *Food Chemistry*, 146, 1-5.
- [30] Zdunić, G., Aradski, A. A., Gođevac, D., Živković, J., Laušević, S. D., Milošević, D. K., and Šavikin, K. (2020). *In vitro* hypoglycemic, antioxidant and antineurodegenerative activity of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) leaves. *Industrial CropFFs and Products*, 148, 112328.
- [31] Benvenuti, S., Pellati, F., Melegari, M. A., and Bertelli, D. (2004). Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes*, and *Aronia*. *Journal of Food Science*, 69(3), FCT164-FCT169.
- [32] Lim, J. D., Cha, H. S., Choung, M. G., Choi, R. N., Choi, D. J., and Youn, A. R. (2014). Antioxidant activities of acidic ethanol extract and the anthocyanin rich fraction from *Aronia melanocarpa*. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 30(5), 573-578.
- [33] Thi, N. D., and Hwang, E. S. (2016). Effects of drying methods on contents of bioactive compounds and antioxidant activities of black chokeberries (*Aronia melanocarpa*). *Food Science and Biotechnology*, 25, 55-61.
- [34] Sidor, A., and Gramza-Michałowska, A. (2019). Black chokeberry *Aronia melanocarpa* L. A qualitative composition, phenolic profile and antioxidant potential. *Molecules*, 24(20), 3710.
- [35] Owczarek, K., Sosnowska, D., Kajszyzak, D., and Lewandowska, U. (2022). Evaluation of phenolic composition, antioxidant and cytotoxic activity of *Aronia melanocarpa* leaf extracts. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 73(2), 233-243.
- [36] Caliskan, Z., Yucel, M.F., Celikok, Y., Guler, V., and Duranay, S. (2023). A preliminary study of the anti-proliferative effect of *Aronia melanocarpa* extract on human colon cancer cells and its relation with human TERT protein. *Experimental Biomedical Research*, 6(2), 88-98. <https://doi.org/10.30714/j-ebr.2023.172>.