



Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi

Derleme Makalesi(Review Article)

Makale Doi: **10.17100/nevbiltek.1626095**

Geliş Tarihi:24-01-2025 Kabul Tarihi:06-03-2025



Aronya (*Aronia melanocarpa* L.)’nın Biyokimyasal Bileşimi, Sağlık Yararları ve Gıda Sanayinde Kullanım Potansiyeli

Çağlar KAYA¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale

1 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7054-3081>

Öz

Üzümsü meyve grubuna dahil olan aronya (*Aronia melanocarpa* L.), biyoaktif bileşenler açısından önemli ve zengin bir biyokimyasal kompozisyona sahip olan ve bu yönüyle halk arasında süper meyve olarak adlandırılan bir bitki türüdür. Aronya meyveleri, diyabet, metabolik sendrom ve nörolojik hastalıkların ortaya çıkma riskini azaltabilecek miktarda antosiyanin, flovanol ve fenolik asit içermektedir. Buna ek olarak aronya, hücrelerdeki serbest radikalleri nötralize eden güçlü antioksidan özelliklere sahiptir. Bu sayede oksidatif stresin neden olduğu hücresel hasarları azaltarak yaşlanma ve kronik hastalık risklerini de minimize edebilmektedir. Antosiyaninler, özellikle kalp-damar sağlığı üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Bu bileşikler damar duvarlarını güçlendirmekte ve kan dolaşımını iyileştirmektedir. Aronyanın vücuttaki iltihaplanma mekanizmasına olan etkileri de önemli bir biyokimyasal özellik olarak öne çıkmaktadır. Aronyanın gıda sanayindeki kullanım potansiyeli oldukça yüksektir. Yüksek antioksidan içeriği ve fonksiyonel bileşenleri sayesinde meyve suyu, reçel, smoothie, yoğurt, dondurma gibi gıda ürünlerinde doğal katkı maddesi olarak kullanılabilme potansiyeli bulunmaktadır. Aronya, sağlık odaklı gıda ürünlerinin üretiminde önemli bir bileşen olarak yer almakta ve gıda ürünlerinin besin değerini artırma potansiyeline sahiptir. Fonksiyonel gıdalar ve takviyeler alanında da aronyanın kullanımı, vücuda sağladığı sağlık yararlarıyla daha geniş bir tüketici kitlesine hitap etmektedir. Bu nedenle, aronyanın gıda endüstrisindeki rolü giderek artmakta ve gelecekte daha fazla sağlık destekleyici gıda ürününde yer alması beklenmektedir. Bu derlemede, aronya meyvesinin biyokimyasal kompozisyonu, sağlık üzerine faydaları ve gıda sanayinde kullanım potansiyeli değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aronya (*Aronia melanocarpa* L.), biyokimyasal kompozisyon, antosiyanin, sağlık etkileri, polifenol, fonksiyonel gıda

The Biochemical Composition, Health Benefits, and Potential Use of the Aronia (*Aronia melanocarpa* L.) in the Food Industry

Abstract

Aronia (*Aronia melanocarpa* L.), a member of the berry fruit group, is a plant species with a significant and rich biochemical composition in terms of bioactive compounds, and it is commonly referred to as a "superfruit" due to its remarkable properties. Aronia berries contain anthocyanins, flavonols, and phenolic acids in quantities that may reduce the risk of developing diabetes, metabolic syndrome, and neurological diseases. Additionally, aronia possesses potent antioxidant properties that neutralize free radicals in cells. In this way, it can reduce cellular damage caused by oxidative stress, thereby minimizing the risks of aging and chronic diseases. Anthocyanins, in particular, have beneficial effects on cardiovascular health, strengthening blood vessel walls and improving circulation. The effects of aronia on inflammation mechanisms in the body also stand out as an important biochemical property. The potential of aronia in the food industry is notably high. Thanks to its high antioxidant content and functional components, it can be used as a natural additive in food products such as fruit juices, jams, smoothies, yogurt, and ice cream. Aronia plays an important role in the production of health-oriented food products and has the potential to enhance the nutritional value of these products. In the realm of functional foods and supplements, the use of aronia appeals to a broader consumer base due to its health benefits. Therefore, the role of aronia in the food industry is expected to grow steadily, and it is anticipated to feature in an increasing number of health-promoting food products in the future. This study evaluates the biochemical composition of aronia fruit, its effects on human health, and its potential for use in the food industry.

Keywords: Aronia (*Aronia melanocarpa* L.), biochemical composition, anthocyanin, health effects, polyphenol, functional food

1. Giriş

Aronya (*Aronia melanocarpa* L.), *Rosaceae* familyasının bir üyesi olan, yapraklarını döken ve çalı formunda bir bitki türüdür [22], [36], [53]. Aronya meyveleri türüne bağlı olarak; kırmızı, mor ve siyah renkte olabilmektedir [52]. Aronya'nın *A. arbutifolia* L., *A. melanocarpa* (Michx.), *A. prunifolia* (Marshall) ve *A. mitschurinii* olmak üzere 4 ana türü bulunmaktadır [33], [36]. *A. mitschurinii* türünün 'Nero' ve 'Viking' çeşitleri, *A. melanocarpa* ile *Sorbus aucuparia* L. türlerinin melezleridir ve 1-2 metreye kadar boylanabilmektedirler [33], [36]. Mayıs-haziran ayları arasında çiçek açan aronya meyveleri, ağustos sonu ile eylül ayı arasında tam olgunluğa erişmektedir ve meyvelerinin çapı 6.1-17.8 mm arasında değişmektedir [33]. Aronya meyvesi, genellikle bütün olarak tüketilmektedir. Buna ek olarak meyveler; meyve suyu, meyve suyu konsantreleri, özler, meyve tozları, reçeller veya fermente ürünler şeklinde çeşitli gıda ürünlerine işlenebilmektedir [30]. Aronya meyvesi, sağlık yararlarına katkıda bulunabilecek polifenoller açısından oldukça zengindir. Polifenolik bileşiklerin antioksidan ve anti-inflamatuar etkilerinin, kardiyovasküler hastalık, metabolik sendrom, iltihaplanma ve nörodejeneratif hastalık risklerini azalttığını rapor eden önemli bilimsel çalışmalar mevcuttur [4], [25], [29], [31]. Aronya meyvesinde bulunan antosiyaninler ve diğer polifenollerin aktif mekanizmaları ulusal ve uluslararası alanda güncel bir araştırma konusudur. Aronya meyvesinin fonksiyonel gıda olarak kullanımı birçok avantajına rağmen sınırlı düzeydedir. Bu anlamda meyveye ilişkin çalışmaların artırılması gerekmektedir. Bu noktada bu derleme çalışmasının amacı, bu alana ilişkin mevcut bilimsel bilgi boşluğuna katkıda bulunmaktır.

1.1. Aronya'nın Biyokimyasal Kompozisyonu

Aronya meyveleri yüksek oranda fonksiyonel bileşikler, çeşitli polifenoller, antioksidan bileşikler, lif ve sorbitol maddelerini içermektedir [50]. Organik asitler, proteinler ve lipitler gibi diğer bileşenler ise meyve kalitesi ve stabilitesine katkıda bulunmaktadır. Bu bileşenlerin miktarları ele alınan çalışmalar arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bu farklılık, aronyanın genetik çeşitliliği, çevresel faktörler (konum, nem, sıcaklık, yağış, gübreler ve hastalıklar), hasat zamanı ve diğer hücresel veya çevresel faktörlerden kaynaklanabilmektedir [7], [64]. Ayrıca, analiz prosesleri, ekstraksiyon yöntemleri (örneğin, çözücü seçimi, meyve parçacık boyutları, katı-çözücü oranı, süre ve sıcaklık) veya analitik yaklaşımların farklılığından ileri gelebilmektedir [14], [53].

1.2. Karbonhidratlar

Aronya meyvesinin bünyesinde barındırdığı karbonhidrat grupları, esas olarak şekerler ve liflerden oluşmaktadır (Tablo 1-2). Konuya ilişkin yapılmış olan çalışmalar, taze aronya meyvesinin 100 gramında 15 ile 20.9 gram arasında karbonhidrat içerdiğini rapor etmişlerdir [23], [53]. Aronya meyvesindeki ve meyve suyundaki şekerler, çoğunlukla fruktoz ve sorbitol olup, daha düşük miktarda glikoz ve sükroz içermektedir. Bu şekerlerin miktarları, 100 gramda 6.2 ile 20.9 gram veya 100 ml suda 8.9 ile 19.6 gram arasında değişmektedir. Aronya meyvesi, 100 gramda 4.36–12.99 gram arasında sorbitol içermektedir. Bir şeker alkolü olan sorbitol, gram başına yaklaşık 2.6 kalori içermektedir [20]. Meyve şekerlerinin büyük bir kısmı meyve suyuna geçerken, lifler çoğunlukla posada kalmaktadır. Posa, 100 gram kuru ağırlık başına toplam diyet lifi olarak 57.8 ile 71.5 gram arasında ve çözünmeyen lif olarak 43.8 ile 61.7 gram arasında değişmektedir [51]. Aronya posasındaki lifler arasında selüloz (34 g/100 g kuru ağırlık), hemiselüloz (32 g/100 g kuru ağırlık), lignin (22.7 g/100 g kuru ağırlık) ve pektin (7.52 g/100 g kuru ağırlık) bulunmaktadır (Tablo 2). Bu liflerin yapıları ve çözünürlükleri farklılık göstermesine rağmen, liflerin artması kardiyovasküler hastalık riskini azaltmakta, glisemik kontrolü desteklemekte ve kilo kontrolüne yardımcı olmaktadır [51], [54].

Tablo 1. Aronya meyvesi ve meyve suyunun içerdiği karbonhidrat bileşimi ve miktarları*

Şeker	Meyvedeki miktar (g/100 g fwb)	Meyve suundaki miktar (g/100ml)
Total şekerler	6.21–42.10 ^{a,g}	8.9–19.6 ^{e,f}
fruktoz	2.2–15.8 ^b	1.5–4.1 ^{e,f}
glikoz	1.09–5.7 ^{c,d}	1.5–4.2 ^{e,f}
sorbitol	4.36–12.99 ^{c,b}	3.5–7.7 ^e
sükroz	0.07–1.53 ^{b,d}	0.03–6.8 ^{e,f}
inositol	0.0684 ^g	— ^a
maltoz	0.0496 ^g	—
gliserol	0.00983 ^g	—

*Kısaltmalar: fwb, taze ağırlık bazında. ^a[41], ^b[14], ^c[37], ^d[55], ^e[57], ^f[21], ^g[63].**Tablo 2.** Aronya meyve posasının içerdiği lif profili ve miktarı*

Lif	Posadaki miktar (g/100 g dwb)
Total lif	57.8–71.6 ^a
suda çözünemeyen lif	43.8–61.7 ^a
suda çözünebilen lif	7.3–15.1 ^a
lignin	22.68 ^b
selüloz	34.56 ^b
Total pektin	7.52 ^b
hemiselüloz	32.08 ^b

*Kısaltmalar: dwb, kuru ağırlık. ^a[51], ^b[39].

1.3. Protein ve aminoasitler

Diğer meyve grupları gibi aronya meyvesinin de protein ve amino asit içeriği nispeten düşüktür (Tablo 3). Aronya meyvesi, 100 gram taze meyve ağırlık (fwb) başına 700 mg ve 100 gram kuru ağırlık (dwb) başına 4.900 ile 24.000 mg arasında protein içermektedir. Protein ve amino asitlerin çoğu posa kısmına dağılmış durumdadır [53]. Aronya meyvesi, hem esansiyel hem de esansiyel olmayan amino asitler içermektedir. En çok bulunan amino asitler arasında treonin (100 gram taze ağırlık başına 0.033 ile 0.39 mg) ve onu takip eden serin (100 gram taze ağırlık başına 0.023 ile 0.39 mg) bulunmaktadır.

Tablo 3. Aronya meyvesinde ve posasında bulunan protein/aminoasit profili ve miktarları*

Protein/Aminoasit	Meyvedeki miktar (mg/100 g fwb)	Posadaki miktar (mg/100 g dwb)
histidin (mg)	0.007–0.008 ^c	0.247 ^d
glutamik asit (mg)	0.04–0.029 ^c	1.979 ^d
serin (mg)	0.023–0.039 ^c	0.368 ^d
alanin (mg)	0.015–0.022 ^c	0.41 ^d
metiyonin (mg)	ND–0.001 ^c	0.177 ^d
treonin (mg)	0.033–0.039 ^c	0.298 ^d
izolösin (mg)	0.008–0.012 ^c	0.378 ^d
glisin (mg)	0.009–0.018 ^c	0.638 ^d

*Kısaltmalar: fwb, taze ağırlık bazında; dwb, kuru ağırlık bazında; ND, tespit edilmedi. ^a[34], ^b[56], ^c[23], ^d[48].

1.4. Lipidler

Aronya meyvesinin lipid içeriği düşüktür (taze meyvede toplam yağ oranı %0,14) (Tablo 4). Lipidlerin önemli bir kısmı tohum yağında bulunmaktadır ve bu yağ çoğunlukla steroller ve fosfolipitler içermektedir [53]. Geriye kalan lipitler ise büyük ölçüde posada yer almaktadır. Doymuş yağ asitleri oranı %9.51'dir. Farklı yağ asidi türleri arasında linoleik asit (C18:2) ve oleik asit (C18:1) en bol bulunanlardır ve sırasıyla yağ asitlerinin %43.43'ü ve %16.38'i linoleik ve oleik asittir [53]. Aronya meyvesinin lipid içeriği düşük olmasına rağmen, aronya tohumlarından ve posasından yağ geri kazanımı için işleme stratejileri, doymamış yağ asitleri oranı yüksek yeni tohum yağı kaynakları geliştirmek için kullanılabilmektedir [72].

Tablo 4. Aronya meyvesi, posası ve tohumunda bulunan lipid kompozisyonu ve miktarları*

Lipid bileşikleri	Meyve (%) ^a	Posa (%) ^a	Tohum yağı (g/kg) ^a
total yağ asidi	0.14 ^a	2.9–13 ^b	–
stereoller	–	–	1.2 ^d
fosfolipidler	–	–	2.8 ^d
tokoferoller	–	–	0.0555 ^d
yağ asidi			
C8:0	–	0.02 ^c	–
PUFA n-6/n-3	–	1.45 ^c	–
C18:1	–	16.38 ^c	21.4 ^d
C22:0	–	0.59 ^c	0.8 ^d
Gama 18:3	–	0.03 ^c	–
C18:3	–	29.78 ^c	0.5 ^d
UFA	–	90.49 ^c	–
C18:4	–	0.02 ^c	–
C20:0	–	1.52 ^c	ND ^d
C20:1	–	0.33 ^c	–
C20:2	–	0.14 ^c	–
CLA c9-t11	–	0.01 ^c	–
C22:5	–	0.17 ^c	–
SFA	–	9.51 ^c	0.7 ^d
PUFA n-6	–	43.6 ^c	–
C12:0	–	0.07 ^c	ND ^d
PUFA n-3	–	29.97 ^c	–

*Kısaltmalar: CLA, konjuge linoleik asit; SFA, doymuş yağ asidi; UFA, doymamış yağ asidi; ND, tespit edilmedi; tr, 0.1 g/kg'dan daha az; PUFA, poliunsatüre yağ asidi. ^aToplam yağ, taze ağırlık bazında. ^a[34], ^b[56], ^c[48], ^d[70].

1.5. Vitaminler ve mineraller

Aronya meyvesi, vitamin A, vitamin E ve vitamin C içermektedir (Tablo 5). Aronya meyve suyundaki toplam karotenoidlerin miktarı (α -, β - ve ζ -karotenleri dahil) 97.8 $\mu\text{g/l}$ 'ye kadar ulaşabilmektedir [42], [53]. Ancak en bol bulunan mikrobese vitamin C vitamini olup, 100 gram taze ağırlık başına 7.25 ile 98.75 mg arasında değişmektedir [9]. Ayrıca Aronya meyveleri çeşitli mineraller de içermektedir. Aronya meyvesinin kül içeriği, 100 gram taze ağırlık başına 0.37 ile 0.49 gram arasında olup, başlıca mineralleri (kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum) ve iz mineralleri (demir, bakır, iyot, çinko ve selenyum) içermektedir. Aronya meyvesinde kurşun ve diğer ağır metaller de rapor edilmiştir, ancak bu seviyeler toksisite riskini oluşturacak eşiklerin altında seyrettiği rapor edilmiştir [27].

1.6. Organik asitler

Aronya meyvesindeki organik asit içeriği, meyvenin ekşi tadını oluşturmaktadır [19]. Titre edilebilir asidite oranı diğer meyvelerle benzer şekilde %0.85 ile %1.22 arasında değişmektedir [5]. Aronya meyvesinde tespit edilen en az sekiz organik asit bulunmaktadır. Fumarik ve tartarik asitlerin varlığı da meyve suyunda rapor edilmektedir. Kinik asit, aronya meyvesindeki en bol organik asittir (100 gram taze ağırlık başına 293 ile 591 mg), bunu takiben malik asit (100 gram taze ağırlık başına 308 ile 350 mg) gelmekte, ancak bazı çalışmalarda malik asidin birincil organik asit olduğu bildirilmiştir [14], [33].

Tablo 5. Aronya meyvesinde bulunan vitamin ve mineral profili ve miktarları*

Komponentler	Meyvedeki miktar (mg/100 g fw)
vitaminler	vitamin C
	vitamin A
	vitamin E
	vitamin B2
	vitamin B5
nitrat/nitrit	nitrat
	nitrit
mineraller	Na
	K
	Ca
	Mg
	P
	Zn
	Fe
	Se
	Cu
	Mo
	Cr
	Li
	As
	Cd
	Ba
	Pb

*Kısaltmalar: fw, taze ağırlık bazında. ^a[9], ^b[34], ^c[6], ^d[41], ^e[46], ^f[27], ^g[55], ^h[2].

1.7. Polifenoller

Aronya meyvesi, çoğu meyve ve sebzeye kıyasla önemli ölçüde daha yüksek polifenol ve antioksidan içeriğine sahiptir [25], [40], [47]. Aronya meyvesinin toplam polifenol içeriği, 100 gram taze ağırlık başına 1.0 ile 3.6 gram arasında değişmektedir [18], [40]. Aronya meyvesindeki başlıca polifenoller arasında antosiyaninler, proantosiyanidinler, flavonoller ve fenolik asitler bulunmaktadır. Bu polifenoller, aronya meyvesinin sağlık yararlarına katkıda bulunmanın yanı sıra, meyvenin acı/buruk tadına da neden olmaktadır. Aronya meyvesinin, zengin polifenol içeriği sayesinde sağlığı açısından önemli faydaları mevcuttur. Bilindiği gibi polifenoller, güçlü antioksidan özelliklere sahip olup vücutta serbest radikallerin zararlı etkilerini nötralize ederek hücrelerin korunmasına yardımcı olmaktadır. Aronya, kalp hastalıkları, kanser ve diğer kronik hastalıkların riskini azaltmada rol oynamaktadırlar. İçerdiği flavonoidler damar sağlığını desteklemekte, kan basıncını düzenlemekte ve kolesterol seviyelerini dengelemektedir. Ayrıca, antosiyaninler sayesinde kanser hücrelerinin büyümesini engelleyebilmekte ve iltihaplanmayı

azaltabilmektedir. Aronya, bağışıklık sistemini güçlendirerek enfeksiyonlara karşı direnci artırmakta, sindirim sistemine yardımcı olmakta ve bağırsak sağlığını desteklemektedir. Kan şekeri seviyelerini dengeleme, diyabeti yönetme ve beyin fonksiyonlarını iyileştirme gibi faydaları da bulunmaktadır. Bu özellikleriyle aronyanın, fonksiyonel gıda olarak sağlığı destekleyen önemli bir meyve olduğu bilinmektedir [15].

1.8. Antosiyaninler

Siyah aronya meyvesindeki antosiyaninler, en bol bulunan polifenol ve pigmenttir [1], [53], [66]. Antosiyaninler ayrıca foto-oksidasyonu azaltır ve bitki dokularında CO₂ asimilasyonunu sınırlayarak koruyucu bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, çoğu antosiyanin, posadaki meyve kabuğunun dış katmanında yer almaktadır [64]. Meyvelerde altı ana antosiyanin türü bulunmaktadır. Bunlar; siyanidin, delphinidin, petunidin, peonidin, pelargonidin ve malvidin; bu bileşikler tipik olarak bir şeker grubuna sahiptir [8]. Aronya meyvesinde, siyanidin glikozitleri toplam antosiyanin içeriğinin %90 ile %98.7'sini oluşturmaktadır [14], [64]. Başlıca siyanidin glikozitleri şunlardır: 3-galaktosid (100 gram taze ağırlık başına 126 ile 990 mg), 3-glukozid (100 gram taze ağırlık başına 1.7 ile 21.5 mg), 3-arabinosid (100 gram taze ağırlık başına 52 ile 399 mg), 3-xilosid (100 gram taze ağırlık başına 2.7 ile 81.2 mg), 3,5-heksozid (epi)kateşin (100 gram kuru ağırlık başına 14.3 mg), 3-pentoksid-(epi)kateşin (100 gram kuru ağırlık başına 7.26 mg), 3-heksozid-(epi)kat-(epi)kat (100 gram kuru ağırlık başına 13.6 mg) (Tablo 6). Taze ağırlık bazında, aronya meyveleri antosiyaninlerin en zengin diyet kaynakları arasında yer almaktadır [14], [47], [71].

1.9. Flavonoller

Flavonoller, aronya meyvesinde antosiyaninlere kıyasla daha miktarlarda bulunmaktadır. Aronyadaki başlıca flavonol, kuersetindir ve bu maddeler, meyve suyu pastörizasyonu sırasında %5 oranında artış gösterebilmektedir [28]. Kuersetin, 3-rutinosid (100 gram taze ağırlık başına 3.9 ile 61.7 mg), 3-glukozid (100 gram taze ağırlık başına 4.03 ile 29.2 mg), 3-galaktosid (100 gram taze ağırlık başına 6.6 ile 30.2 mg), 3-robinobiozid (100 gram taze ağırlık başına 1.03 ile 11.3 mg) ve 3-visianosid (100 gram taze ağırlık başına 2.36–5.38 mg) olarak dağılım göstermiştir.

Tablo 6. Aronya meyvesi, meyve suyu ve posasında bulunan antosiyanin profili ve miktarları*

Antosiyanin	Meyvedeki miktar (mg/100 g fwb)	Meyve suyundaki miktar (mg/100 ml)	Posadaki miktar (mg/100 g dwb)
total antosiyaninler	284–631 ^a		
siyanidin-3-galaktozid	126–990 ^b	87.4–94.0 ^a	4520–9760 ^f
siyanidin-3-glukozid	trace–21.5 ^{bc}	10.2–13.5 ^a	21–225.8 ^f
siyanidin-3-arabinozid	52–392 ^{cd}	24.7–58.6 ^a	1840–3120 ^f
siyanidin-3-ksilozid	2.7–81.2 ^{cd}	0.48–1.25 ^a	167–275 ^f
pelargonidin-3-arabinozid	5.04 ^e		
siyanidin-3,5-heksozid-(epi)kateşin			14.3 ^f
siyanidin-3-pentozid-(epi)kateşin			7.26 ^f
siyanidin-3-heksozid-(epi)kat-(epi)kat			13.6 ^f

*Kısaltmalar: fwb, taze ağırlık bazında; dwb, kuru ağırlık bazında ^a[14], ^b[6], ^c[65], ^d[23], ^e[64], ^f[44].

1.10. Fenolik asitler

Aronya meyvesinin fenolik asit profili, genellikle neoklorojenik asit ve klorojenik asit gibi güçlü antioksidan bileşiklerden oluşur ve bu bileşikler, meyvenin sağlığa olan faydalarını açıklamada önemli bir rol oynar. Neoklorojenik asit ve klorojenik asit, serbest radikalleri nötralize ederek hücrel oksidasyonu azaltır, bu da kronik hastalıkların riskini düşürür ve vücuda anti-aging (yaşlanma karşıtı) etkiler sağlar. Bunun yanı sıra, aronya meyvesinde daha düşük seviyelerde bulunan diğer fenolik asitler arasında vanilik asit, ferulik asit, sirinjik asit ve gallik asit gibi bileşikler yer alır [9]. Bu asitler de antioksidan ve anti-inflamatuvar özelliklere sahip olup, özellikle bağışıklık sistemini güçlendirme, iltihaplanmayı azaltma ve kanserle mücadelede potansiyel faydalar sağlayabilmektedirler. Vanilik asit, ferulik asit ve gallik asit gibi fenolik asitler ayrıca sindirim sağlığını destekleyebilmekte ve vücutta toksinlerin atılmasına yardımcı olabilmektedir. Bu nedenle, aronya meyvesinin fenolik asit bileşenleri, genel sağlık üzerinde önemli etkilere sahip olup, beslenme açısından değerli bir gıda olarak öne çıkmaktadır [37].

2. Aronya'nın Sağlık Üzerine Olan Etkileri

Kansere, diyabete, kardiyovasküler hastalıklara ve depresyona yol açan bulaşıcı olmayan hastalıklar (BNH), dünya çapında büyük bir sosyal ve ekonomik yük oluşturmaktadır [11], [32]. Bu nedenle, bulaşıcı olmayan hastalıkların risklerini azaltacak etkili tedavi yöntemlerine yönelik birçok araştırma yapılmıştır. Aronya meyvesinin yüksek polifenol içeriği göz önüne alındığında, ön araştırmalar, bu meyvenin bulaşıcı olmayan hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki potansiyel etkilerine dair kanıtlar sunmaktadır.

2.1. Kanserden korunma

Konuya ilişkin yapılmış olan son çalışmalar, aronyanın bünyesinde bulunan polifenollerinin *in vitro* anti-kanserojen mekanizmalarını ortaya koymuş durumdadır. Aronya özü, SK-Hep1 insan karaciğer kanseri hücrelerinin büyümesini engellemektedir [59], [69]. Aronya özü, karaciğer kanseri hücrelerinin büyümesini ve farklı dokulara taşınımını azaltmıştır. Bir başka çalışmada, fermente edilmiş aronya suyundan katekol izole edilmiş ve kanser kök hücrelerine karşı inhibe edici etkisi karakterize edilmiştir [12]. Katekol, kanser kök hücrelerinin oluşumunu engellemiş ve kanser hücrelerinin hayatta kalmasını artıran IL-6 üretimini azaltmıştır. Ayrıca, katekol, kanser kök hücresi oluşumu için gerekli olan ana transkripsiyon faktörü Stat3'ü inhibe etmiştir. Bu nedenle, aronya bileşenleri *in vitro* birçok kanser mekanizmasını engelleyebilmektedir. Aronya'nın bünyesinde bulunan polifenollerinin biyoyararlanımını konu edinen ulusal ve uluslararası alandaki çalışmalar artırılmalıdır. Bu sayede aronya meyvesinin insan sağlığına olan etki mekanizmaları daha net bir şekilde anlaşılacaktır.

2.2. Diyabet

Preklinik ve insan çalışmalarının bulgularında, aronya tüketiminin insülin direncini azaltabileceğini bildirilmiştir. Farelerde, aronya suyu konsantresi tüketimi, insülin direnci ve inflamasyon arasında ilişki kuran anahtar monomerler tarafından salgılanan en bol peptit olan adiponektin düzeylerini artırmıştır [3]. Ayrıca, aronya suyu tüketimi, diyabetli farelerde bağırsak glukozidaz aktivitesini azaltmış ve DPP IV aktivitesini artırmıştır [68]. Aronya meyve suyunun Tip 2 diyabetli yetişkinler üzerine yapılmış bir çalışmada, açlık kan şekeri ve glikozillenmiş hemogloblin düzeylerinde azalma ile birlikte glisemik kontrolün iyileştiği bildirmiştir [38]. Bu sonuçlara göre, düzenli aronya tüketimi ile diyabet hastaları için umut verici bir tedavi seçeneği olabileceği öngörülmektedir.

2.3. Kardiyovasküler hastalıklar

Dünya genelinde kardiyovasküler hastalıklar, ölümlerin önde gelen sebeplerindendir [11]. Yetersiz beslenme, düşük fiziksel aktivite, aşırı alkol tüketimi ve sigara içimi kardiyovasküler hastalık riskini artırabilmektedir. Artan kan basıncı, obezite, toplam ve LDL kolesterol seviyeleri, yükselen inflamasyon ve oksidatif stres, kardiyovasküler hastalık riskini artıran faktörlerdir. Preklinik deneyler, aronya meyvesi özütünün kültürlenmiş endotel hücrelerinde vazodilatör nitrik oksit seviyelerini artırdığını ve L-NAME ile indüklenen hipertansiyonlu sıçanlarda da benzer bir etki gösterdiğini ortaya koymuştur [10], [62]. Kurutulmuş aronya meyvesi, özü ve suyunun tüketimi, farelerde diyetle indüklenen obeziteye bağlı olarak kilo alımını, lipid dismetabolizmasını ve inflamasyonu inhibe etmektedir [4], [26], [68]. Aronya meyvesi tüketimi, insan çalışmalarında kardiyovasküler hastalık riskiyle ilişkili biyomarkerleri iyileştirmiştir, ancak bu değişiklikler katılımcı popülasyonlarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Aronya özü (116 mg) ve tozu (12 mg) tüketimi, sağlıklı erkeklerde damar fonksiyonunun bir göstergesi olan akışa bağlı dilatasyonu (FMD) iyileştirmiştir [24], [33], [34].

2.4. Nörolojik etkiler

Sıçanlarda yapılan deneyler, aronya tüketiminin nöroprotektif etkilerini desteklemektedir. Kültürlenmiş hipokampal ve mikrogliyal hücrelere uygulanan aronya, oksidatif stresi ve iltihaplanmayı azaltmaktadır. Yaşlı sıçanlarda aronya suyu tüketimi, hipokampal sinir liflerinin artışını sağlamıştır [13], [35]. Aronya takviyesi, sıçanlarda hafıza bozukluklarını ve motor becerileri iyileştirebilmektedir [13]. Ayrıca, aronya suyu tüketimi, yetişkin sıçanlarda anksiyete benzeri davranışları azaltmıştır. Bu bulgular, daha fazla araştırma yapılması gerektiğini gösterse de, aronya suyu veya ekstresinin bilişsel fonksiyonu destekleyebileceğini ve sinir sağlığını iyileştirebileceğini düşündürmektedir.

3. Aronya'nın Gıda Sektöründe Kullanım Alanları ve Potansiyeli

Aronya, gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Meyve suyu, reçel, smoothie, yoğurt, dondurma, atıştırmalıklar ve çay gibi pek çok üründe kullanılmaktadır. Aronya'nın sahip olduğu antioksidan özellikler, gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmakla birlikte, ürünlerin besin değerini de artırmaktadır. Ayrıca, doğal lezzet katkısı ve renk verme özellikleriyle gıda sektöründe tercih edilen bir bileşen haline gelmiştir [17], [45].

3.1. Aronya içerikli fonksiyonel gıdalar

Fonksiyonel gıdalar, sadece besin değeri taşımakla kalmaz, aynı zamanda sağlık üzerinde belirli olumlu etkiler sağlayan ürünlerdir. Aronya, yüksek polifenol içeriği sayesinde bu tür gıdalarda kullanılmak üzere mükemmel bir bileşen olarak öne çıkmaktadır [43]. Sindirim sağlığından bağışıklık sisteminin güçlendirilmesine kadar pek çok alanda olumlu etkiler gösteren aronya, fonksiyonel gıda endüstrisinin geleceğini şekillendirebilecek potansiyele sahiptir. Ayrıca, kalp-damar hastalıkları ve metabolik sendrom gibi yaygın sağlık sorunlarının önlenmesinde de önemli bir rol oynayabilmektedir [18]. Aronya içerikli fonksiyonel gıdalar, içerdiği yüksek miktardaki antioksidanlar, flavonoidler, polifenoller ve vitaminler ile sağlık üzerinde çok sayıda fayda sağlamaktadır. Bu maddelerin, bağışıklık sistemini desteklemek, yaşlanma sürecini yavaşlatmak, kalp-damar sağlığını iyileştirmek ve metabolizmayı düzenlemek gibi önemli sağlık yararları vardır. Özellikle antosiyaninler bakımından zengin olan aronya, hücreleri serbest radikallerin zararlarından koruyarak oksidatif stresi azaltmakta ve bu sayede kronik hastalık risklerini minimize etmektedir. Fonksiyonel gıdalarda kullanılan aronya, aynı zamanda doğal bir tatlandırıcı olarak şeker tüketimini azaltarak sağlıklı beslenmeyi teşvik etmektedir. Bu özellikleriyle, aronya içerikli ürünler, sağlıklı yaşam tarzını benimseyen bireyler için ideal bir seçenek oluşturmaktadır [58].

3.2. Aronya ve gıda takviyeleri

Aronya, gıda takviyesi formülasyonları için ideal bir bileşendir. Kapsül, tablet ve toz formunda sunulabilen Aronya, bireylere günlük antioksidan alımını artırma imkânı sunmaktadır. Gıda takviyeleri aracılığıyla, aronyanın sağlık üzerindeki faydaları, bağışıklık desteği, yaşlanma karşıtı etkilemekte ve metabolizma desteği gibi alanlarda daha geniş bir kitleye ulaşacağı düşünülmektedir [60].

3.3. Gelecek perspektifleri

Konuya ilişkin yapılacak olan ulusal ve uluslararası çalışmalarda, aronyanın gıda sektörü ve fonksiyonel gıda pazarındaki yeri giderek daha da büyüyeceği aşikardır. Sağlık bilincinin arttığı günümüzde, aronyanın potansiyeli zaman içerisinde daha fazla takviye edici gıda, içecek ve sağlıklı atıştırılabilirlikler için önemli bir kaynak teşkil edecektir. Ayrıca, aronyanın içeriğindeki biyoaktif bileşiklerin, gıda endüstrisinin sürdürülebilirlik ve beslenme odaklı hedeflerine katkı sağlama potansiyeli yüksektir. Aronya, gelecekte sağlıklı beslenme trendlerine paralel olarak daha fazla tüketiciye ulaşacak ve gıda sektöründe vazgeçilmez bir bileşen haline gelecektir [49].

4. Sonuç ve Öneriler

Aronya meyveleri, antosiyaninler ve diğer biyolojik olarak aktif polifenoller açısından en zengin meyve gruplarından biridir. Ancak aronya meyveler, ekşi ve buruk tatları nedeniyle diyetlerde yeterince kullanılmadığı görülmektedir. Aronya ekstresi, meyve suları ve posasının içerdiği polifenol miktarları nedeniyle fonksiyonel bileşenler olarak kullanılabilir. Aronya meyvesi ve suyunun içerdiği besin profilinin geliştirilmesi ile beslenme ve sağlık alanlarına katkı sağlanacaktır. Aronya bitkisi ile meyve kalitesi arasındaki ilişkiyi belirlemek, biyolojik olarak aktif bileşik içerikleri yüksek olan aronya üretimini artıracaktır. Konuya ilişkin olarak yapılacak olan çalışmalar ile aronya meyvesinin diyabet, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve kolit gibi hastalıkların önlenmesindeki faydalı etkileri artıracağı öngörülmektedir. Ancak, aronya meyvesinin sağlık faydaları üzerine yapılacak gelecekteki çalışmalarda, genotip, polifenoller, sorbitol, lif ve mikronütin içeriği de dahil olmak üzere iyi karakterize edilmiş aronya materyalleri kullanılmalıdır. Aronya meyvesinin, zengin biyolojik olarak aktif bileşenleri ve sağlık üzerinde olumlu etkileri göz önüne alındığında, gıda sanayinde kullanımının artırılması büyük bir potansiyel taşımaktadır. Özellikle aronya ekstresi, meyve suları, kurutulmuş meyve ve hatta gıda takviyeleri gibi çeşitli formatlarda gıda ürünlerine entegre edilebilir. Bu, gıda ürünlerinin besin değerini artırmanın yanı sıra, fonksiyonel gıdaların popülaritesini de destekleyecektir.

Aronya meyvesinin sahip olduğu antioksidan kapasite ve polifenol içeriği, sağlık destekleyici özellikler taşıyan gıda ürünleri için önemli bir bileşen kaynağı sunmaktadır. Bu bağlamda, gıda sanayinde aronya kullanımı sadece bireylerin sağlığını desteklemekle kalmamakta, aynı zamanda tüketicilerin bilinçli tercihlerine hitap eden ürünlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Gıda endüstrisinin, aronya meyvesinin fonksiyonel gıda ürünlerine dahil edilmesi konusunda araştırma ve inovasyon çalışmalarına daha fazla yatırım yapması önerilmektedir.

Aronya meyvesi genellikle sağlıklı olsa da, aşırı tüketildiğinde veya belirli sağlık durumlarına sahip kişilerde bazı olumsuz etkiler yaratabilir. Aronya meyvesi asidik özelliklere sahip olduğu için, mide rahatsızlıklarına yol açabilir; bu da mide yanması, asidik reflü veya hazımsızlık gibi sorunlara neden olabilir. Ayrıca, yüksek miktarda aronya tüketimi, bazı kişilerde bağırsak hareketlerini artırarak sindirim sorunlarına yol açabilir. Aronya meyvesi, kan basıncını düşürme etkisine sahip olduğundan, düşük tansiyon problemi olan kişilerde dikkatli tüketilmesi gerekebilir. Ayrıca, bazı bireyler, aronya meyvesine karşı alerjik reaksiyonlara sebebiyet verebilir bu durum da cilt döküntüleri, kaşıntı veya nefes darlığı gibi belirtilerle kendini gösterebilir.

Sonuç olarak, aronya meyvesinin potansiyel sağlık yararlarının yanı sıra gıda sanayinde işlenebilirliğini ve ticari değerini artırmak, bu meyvenin daha geniş kitlelere ulaşmasını ve halk sağlığına katkı sağlamasını mümkün kılacaktır. Sağlık yararlarının mekanizmalarını daha net bir şekilde anlayabilmek adına ulusal ve uluslararası alanda bitkiye ilişkin bilimsel araştırmaların artırılarak özellikle klinik çalışmalara devam edilmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Afacan, F. Ö., Sönmezdağ, A.S., “Antosiyaninlerin beslenmedeki önemi ve sağlık üzerine etkileri”, **Karya Journal of Health Science**, 1(1), 19-24, 2020.
- [2] Asănică, A.C., Catană, L., Catană, M., Burnete, A.G., Lazăr, M.A., Belc, N., Sanmartin, A.M., “Internal validation of the methods for determination of water-soluble vitamins from frozen fruits by HPLC-HRMS”, **Rom. Biotechnol. Lett.**, 24(6), 1000–1007, 2019.
- [3] Baum, J.I., Howard, L.R., Prior, R.L., Lee, S.O., “Effect of *Aronia melanocarpa* (Black chokeberry) supplementation on the development of obesity in mice fed a high-fat diet”, **J. Berry Res.**, 6(2), 203–212, 2016.
- [4] Bhaswant, M., Shafie, S.R., Mathai, M.L., Mouatt, P., Brown, L., “Anthocyanins in chokeberry and purple maize attenuate diet-induced metabolic syndrome in rats”, **Nutrition**, 41, 24–31, 2017.
- [5] Bolling, B.W., Taheri, R., Pei, R., Kranz, S., Yu, M., Durocher, S.N., Brand, M.H., “Harvest date affects aronia juice polyphenols, sugars, and antioxidant activity, but not anthocyanin stability”, **Food Chem.**, 187, 189–196, 2015.
- [6] Borowska, S., Brzóska, M.M., “Chokeberries (*Aronia melanocarpa*) and their products as a possible means for the prevention and treatment of noncommunicable diseases and unfavorable health effects due to exposure to xenobiotics”, **Comp. Rev. Food Sci. Food Saf.**, 15(6), 982–1017, 2016.
- [7] Braunlich, M., Slimestad, R., Wangensteen, H., Brede, C., Malterud, K.E., Barsett, H., “Extracts, anthocyanins and procyanidins from *aronia melanocarpa* as radical scavengers and enzyme inhibitors”, **Nutrients**, 5, 663–678, 2013.
- [8] Bueno, J.M., Sáez-Plaza, P., Ramos-Escudero, F., Jiménez, A.M., Fett, R., Asuero, A.G., “Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part II: chemical structure, color, and intake of anthocyanins”, **Crit. Rev. Anal. Chem.**, 42(2), 126–151, 2012.
- [9] Catană, L., Catană, M., Iorga, E., Asănică, AC, Lazăr, AG., Lazăr, MA., Belc, N., “Vitamin C and total polyphenol content and antioxidant capacity of fresh and processed fruits of *Aronia melanocarpa*”, **Sci. Pap. Ser. B Hort.**, 61, 433–440, 2017.
- [10] Cebova, M., Klimentova, J., Janega, P., Pechanova, O., “Effect of bioactive compound of *Aronia melanocarpa* on cardiovascular system in experimental hypertension”, **Oxid. Med. Cell. Longev.**, 2017, 1–8, 2015.
- [11] Centers for disease control and prevention. About global noncommunicable diseases. <https://www.cdc.gov/globalhealth/healthprotection/ncd/about.html>. Accessed 2 Januar, 2024.
- [12] Choi, HS, Kim, J., Kim, S., Deng, H., Lee, D., Kim, C.S., Yun, B., Lee, D., “Catechol derived from aronia juice through lactic acid bacteria fermentation inhibits breast cancer stem cell formation via modulation Stat3/IL-6 signaling pathway”, **Mol. Carcinogen.**, 57(11), 1467–1479, 2018.

- [13] Daskalova, E., Delchev, S., Topolov, M., Dimitrova, S., Uzunova, Y., Valcheva-Kuzmanova, S., Kratchanova, M., Vladimirova-Kitova, L., Denev, P., “*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot fruit juice reveals neuroprotective effect and improves cognitive and locomotor functions of aged rats”, **Food Chem. Toxicol.**, 132, 110674, 2019.
- [14] Denev, P., Kratchanova, M., Petrova, I., Klisurova, D., Georgiev, Y., Ognyanov, M., Yanakieva, I., “Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) fruits and functional drinks differ significantly in their chemical composition and antioxidant activity”, **J. Chem.**, 9574587, 1–11, 2018.
- [15] Denev, P.N., Kratchanov, C.G., Ciz, M., Lojek, A., Kratchanova, M.G., “Bioavailability and antioxidant activity of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenols: *In vitro* and *in vivo* evidences and possible mechanisms of action: A review”, **Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.**, 11, 471–489, 2012.
- [16] Djuric, M., Brkovic, D.U.Š.K.O., Milosevic, D., Pavlovic, M., Curcic, S., “Chemical characterization of the fruit of black chokeberry grown on different types of soil”, **REV CHIM (Bucharest)**, 66, 178–781, 2015.
- [17] Engin, S. P., Boz, Y., “Ülkemiz üzümü meyve yetiştiriciliğinde son gelişmeler”, **Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi**, 1(5), 108-115, 2019.
- [18] Engin, S. P., Mert, C., “Yalova Koşullarında Bazı Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi”, **Bahçe**, 53(1), 27-33, 2024
- [19] Famiani, F., Battistelli, A., Moscatello, S., Cruz-Castillo, J.G., Walker, R.P., “The organic acids that are accumulated in the flesh of fruits: Occurrence, metabolism and factors affecting their contents a review”, **Rev. Chapingo Ser., Hort.** XXI(2), 97–128, 2015.
- [20] Featherstone, S., “Ingredients used in the preparation of canned foods. A Complete Course in Canning and Related Processes”, **Wood- head Publishing**, pp. 147–211, 2015.
- [21] Handeland, M., Grude, N., Torp, T., Slimestad, R., “Black chokeberry juice (*Aronia melanocarpa*) reduces incidences of urinary tract infection among nursing home residents in the long term a pilot study”, **Nutr. Res.**, 34(6), 518–525, 2014.
- [22] Huang, R., Fang, W., Xie, X., Liu, Y., Xu, C., “Identification of key astringent compounds in aronia berry juice”, **Food Chem.**, 393, 133431, 2022.
- [23] Hwang, E.S., Thi, N.D., “Effects of different growing regions on quality characteristics, bioactive compound contents, and antioxidant activity of aronia (*Aronia melanocarpa*) in Korea”, **Prev. Nutr. Food Sci.**, 21(3), 255–262, 2016.
- [24] Istas, G., Wood, E., Le Sayec, M., Rawlings, C., Yoon, J., Dandavate, V., Cera, D., Rampelli, S., Costabile, A., Fromentin, E., Rodriguez-Mateos, A., “Effects of aronia berry (poly)phenols on vascular function and gut microbiota: a double-blind randomized controlled trial in adult men”, **Am. J. Clin. Nutr.**, 110(2), 316–329, 2019.
- [25] Jakobek, L., Seruga, M., “Influence of anthocyanins, flavonols and phenolic acids on the antiradical activity of berries and small fruits”, **Int. J. Food Prop.**, 15(1), 122–133, 2012.
- [26] Jeong, O., Kim, H.S., “Dietary chokeberry and dried jujube fruit attenuates high-fat and high-fructose diet-induced dyslipidemia and insulin resistance via activation of the IRS-1/PI3K/Akt pathway in C57BL/6 J mice”, **Nutr. Metabol.**, 16(1), 1–5, 2019.
- [27] Juranović Cindrić, I., Zeiner, M., Mihajlov-Konanov, D., Stingeder, G., “Inorganic macro and micronutrients in “superberries” black chokeberries (*Aronia melanocarpa*) and related teas”, **Int. J. Environ. Res. Public Health**, 14(5), 539, 2017.
- [28] Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Snopek, L., “Orsavova, J. Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases”, **Molecules**, 22(6), 944, 2017.

- [29] Kasprzak-Drozd, K., Oniszcuk, T., Soja, J., Gancarz, M., Wojtunik-Kulesza, K., Markut-Miotla, E., Oniszcuk, A., “The efficacy of black chokeberry fruits against cardiovascular diseases”, *Int. J. Mol. Sci.*, 22, 6541, 2021.
- [30] Kaya, Ç., Özatay, Ş., “Development of an Effective Sterilization Protocol for Plant Tissue Culture Studies in Superfruit Aronia [*Aronia melanocarpa* (Michaux) Elliot]”, *Black Sea Journal of Agriculture*, 7(6), 15-16, 2024.
- [31] Kaya, Ç., Sanyer, T., “Comparative biplot analysis of micropropagation of viking aronia cultivar in different plant tissue culture media”, *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 34(1), 90-96, 2024.
- [32] Kim, N., Jegal, J., Kim, Y.N., Heo, J., Rho, J., Yang, M.H., Jeong, E.J., “Chokeberry extract and its active polyphenols suppress adipogenesis in 3t3-l1 adipocytes and modulates fat accumulation and insulin resistance in diet-induced obese mice”, *Nutrients*, 10, 1734, 2018.
- [33] Koç, S. T., Kök, S., “Mikroenkapsüle aronya ve ekstraktının yüksek yağlı diyet ile beslenen sıçanların canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı hızı ve karaciğer organ ağırlığı üzerine etkileri”, *4. Uluslararası Sağlıklı Beslenme Kongresi & 1. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Uluslararası Beslenme ve Diyetetik Kongresi*, İstanbul, Türkiye.
- [34] Koç, S.T., Kök, S., Ersoy, O., Atalay, S., “Effects of microencapsulated and non-capsulated aronia extract on serum lipid profile and liver histology in Sprague-Dawley rats fed a high-fat diet”, *Journal of Elementology*, 29(4), 769–788, 2024
- [35] Kulling, S., Rawel, H., “Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) a review on the characteristic components and potential health effects”, *Planta Medica*, 74(13), 1625–1634, 2008.
- [36] Lancrajan, I., “*Aronia melanocarpa*, a potential therapeutic agent. Studia Universitatis “Vasile Goldis” Arad”, *Seria Stiintele Vietii*, 22(3), 389, 2012.
- [37] Lee, K.P., Choi, N.H., Kim, H., Ahn, S., Park, I., Lee, D.W., “Anti-neuroinflammatory effects of ethanolic extract of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) in lipopolysaccharide-stimulated BV2 Cells and ICR mice”, *Nutr. Res. Pract.*, 12, 13–19, 2018.
- [38] Mahoney, J.D., Hau, T.M., Connolly, B.A., Brand, M.H., “Sexual and apomictic seed reproduction in aronia species with different ploidy levels,” *HortSci.*, 54(4), 642–646, 2019.
- [39] Mayer-Miebach, E., Adamiuk, M., Behnlian, D., “Stability of chokeberry bioactive polyphenols during juice processing and stabilization of a polyphenol-rich material from the by-product”, *Agriculture*, 2(3), 244–258, 2012.
- [40] Milutinović, M., Veličković Radovanović, R., Šavikin, K., Radenković, S., Arvandi, M., Pešić, M., Kostić, M., Miladinović, B., Branković, S., Kitić, D., “Chokeberry juice supplementation in type 2 diabetic patients - impact on health status,” *J. Appl. Biomed.*, 17(4), 218–224, 2019.
- [41] Nawirska, A., Uklańska, C., “Waste products from fruit and vegetable processing as potential sources for food enrichment in dietary fibre”, *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 7(2), 35–42, 2008.
- [42] Nour, V., Ionica, M.E., Trandafir, I., “Bioactive compounds, antioxidant activity and color of hydroponic tomato fruits at different stages of ripening” *Not. Bot. Horti Agro.*, 43(2), 404–412, 2015.
- [43] Ochmian, I.D., Grajkowski, J., Smolik, M., “Comparison of some morphological features, quality and chemical content of four cultivars of chokeberry fruits (*Aronia melanocarpa*)”, *Not. Bot. Horti Agro.*, 40(1), 253–26, 2012.
- [44] Oprea, E., Manolescu, B.N., Fărcășanu, I.C., Mladin, P., Mihele, D., “Studies concerning antioxidant and hypoglycaemic activity of *Aronia melanocarpa* fruits”, *Revista Farmacia*, 62(2), 254–63, 2014.
- [45] Oruç, Y. T., “Aronya içerikli vegan besin takviyesi geliştirilmesi”, *Master's thesis*, 2024.

- [46] Oszmiański, J., Lachowicz, S., “Effect of the production of dried fruits and juice from chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) on the content and antioxidative activity of bioactive compounds”, **Molecule**, 21(8), 1098, 2016.
- [47] Özbucak, T., Gümüş, A. F., “Aronya meyvesinin ekolojik ve fitokimyasal varyasyonlarının belirlenmesi” **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi**, 11(4), 1035-1045, 2024.
- [48] Pavlović, A.N., Brčanović, J.M., Veljković, J.N., Mitić, S.S., Tošić, S.B., Kaličanin, B.M., Velimirović, D.S., “Characterization of commercially available products of aronia according to their metal content” **Fruits**, 70(6), 385–393, 2015.
- [49] Pérez-Jiménez, J., Neveu, V., Vos, F., Scalbert, A., “Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: An application of the Phenol-Explorer database”, **Eur. J. Clin. Nutr.** 64(3), 112–20, 2010.
- [50] Pieszka, M., Gogol, P., Pietras, M., Pieszka, M., “Valuable components of dried pomaces of chokeberry, black currant, strawberry, apple and carrot as a source of natural antioxidants and nutraceuticals in the animal diet” **Annals Animal Sci.**, 15(2), 475–491, 2015.
- [51] Sağlam, A., “*Aronia melanocarpa*’nın doğal antimikrobiyal katkısı olarak krem katkılarında ve kaplama materyallerinde kullanım olanaklarının araştırılması”, *Master’s thesis, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2024.
- [52] Sakallı, G., “Sıçanlarda oluşturulan karaciğer hasarında biberiye (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağı ile aronya (*Aronia melanocarpa*) ekstrelerinin etkilerinin değerlendirilmesi”, **Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Doktora tezi**, 2023.
- [53] Schmid, V., Steck, J., Mayer-Miebach, E., Behnslian, D., Briviba, K., Bunzel, M., Karbstein, H.P., Azad Emin, M., “Impact of defined thermomechanical treatment on the structure and content of dietary fiber and the stability and bioaccessibility of polyphenols of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) pomace”, **Food Res. Inter.**, 134, 109232, 2020.
- [54] Sidor, A., Gramza-Michałowska, A., “Black chokeberry *Aronia melanocarpa* L. A qualitative composition, phenolic profile and antioxidant potential”, **Molecules**, 24(20), 3710, 2019.
- [55] Sidor, A., Drozdzyńska, A., Gramza-Michałowska, A., “Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and its products as potential health-promoting factors—An overview”, **Trends Food Sci. Technol.**, 89, 45–60, 2019.
- [56] Slavin, J., “Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits”, **Nutrients**, 5(4), 1417–1435, 2013.
- [57] Šnebergrová, J., Čížková, H., Neradova, E., Kapci, B., Rajchl, A., Voldřich, M., “Variability of characteristic components of aronia”, **Czech J. Food Sci.**, 32(1), 25–30, 2014.
- [58] Sójka, M., Kołodziejczyk, K., Milala, J., “Polyphenolic and basic chemical composition of black chokeberry industrial by-products”, **Ind. Crops Prod.**, 51, 77–86, 2013.
- [59] Sosnowska, D., Podśedek, A., Kucharska, A.Z., Redzyna, M., Opęchowska, M., Koziolkiewicz, M., “Comparison of in vitro anti-lipase and antioxidant activities, and composition of commercial chokeberry juices”, **Eur. Food Res. Technol.**, 242(4), 505–515, 2016.
- [60] Şahin, A., Erdoğan, Ü., “Dünya’da ve ülkemizde Aronya (*Aronia melanocarpa* Michx Elliot) üretimi ve değerlendirilme şekilleri”, **Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology**, 10(1), 81-85, 2022.
- [61] Thi, N., Hwang, E.S., “Effects of black chokeberry extracts on metastasis and cell-cycle arrest in SK-Hep1 human liver cancer cell line”, **Asian Pac. J. Trop. Biomed.** 8(6), 285, 2018.
- [62] Tokatlı, K., Küpcü, I. H., “Ekstra geleneksel aronya reçeli ve geleneksel marmelatının bazı fizikokimyasal ve fitokimyasal özellikleri”, **Akademik Gıda**, 22(2), 125-132, 2024.

- [63] Tomić, M., Ignjatović, Đ., Tovilović-Kovačević, G., Krstić-Milošević, D., Ranković, S., Popović, T., Glibetić, M., “Reduction of anxiety like and depression-like behaviors in rats after one month of drinking *Aronia melanocarpa* berry juice”, **Food Funct.**, 7(7), 3111–3120, 2016.
- [64] Varela, C.E., Fromentin, E., Roller, M., Villarreal, F., Ramirez-Sanchez, I., “Effects of a natural extract of *Aronia melanocarpa* berry on endothelial cell nitric oxide production”, **J. Food Biochem.**, 40(4), 404–410, 2015.
- [65] Vázquez-Espinosa, M., González-de-Peredo, V.A., Espada-Bellido, E., Ferreiro-González, M., Toledo-Domínguez, J.J., Carrera, C., F., Barbero, G., “Ultrasound-Assisted extraction of two types of antioxidant compounds (tpc and ta) from black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.): Optimization of the individual and simultaneous extraction methods”, **Agronomy**, 9(8), 456, 2019.
- [66] Veberic, R., Slatnar, A., Bizjak, J., Stampar, F., Mikulic-Petkovsek, M., “Anthocyanin composition of different wild and cultivated berry species”, **LWT Food Sci. Technol.**, 60(1), 509–517, 2015.
- [67] Wangensteen, H., Bräunlich, M., Nikolic, V., Malterud, K.E., Slimestad, R., Barsett, H., “Anthocyanins, proanthocyanidins and total phenolics in four cultivars of aronia: Antioxidant and enzyme inhibitory effects”, **J. Funct. Foods.** 7, 746–752, 2014.
- [68] Wathon, M.H., Beaumont, N., Benohoud, M., Blackburn, R.S., Rayner, C.M., “Extraction of anthocyanins from *Aronia melanocarpa* skin waste as a sustainable source of natural colorants,” **Color. Technol.**, 135(1), 5–16, 2019.
- [69] Wilson, S.M.G. Peach, J.T. Fausset, H. Miller, Z.T. Walk, S.T. Yeoman, C.J. Bothner, B., Miles, M.P., “Metabolic impact of polyphenol-rich aronia fruit juice mediated by inflammation status of gut microbiome donors in humanized mouse model”, **Front. Nutr.**, 10, 1244692, 2023.
- [70] Yamane, T., Kozuka, M., Konda, D., Nakano, Y., Nakagaki, T., Ohkubo, I., Ariga, H., “Improvement of blood glucose levels and obesity in mice given aronia juice by inhibition of dipeptidyl peptidase IV and α -glucosidase” **J. Nutr. Biochem.**, 31, 106–112, 2016.
- [71] Zhao, C., Giusti, M.M., Malik, M., Moyer, M.P., Magnuson, B.A., “Effects of commercial anthocyanin-rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth”, **J. Agric. Food Chem.**, 52, 6122–6128, 2004.
- [72] Zlatanov, M.D., “Lipid composition of Bulgarian chokeberry, black currant and rose hip seed oils” **J. Sci. Food Agric.**, 79(12), 1620–1624, 1999.