

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

**ARONYA MEYVESİ SIVI ÖZÜTÜNÜN ANTIOKSİDAN
VE SİTOTOKSİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Vuslat ÇANKAYA

İstanbul
Haziran - 2024

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

**ARONYA MEYVESİ SIVI ÖZÜTÜNÜN ANTIOKSİDAN VE
SİTOTOKSİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Vuslat ÇANKAYA

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER

Eş Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin YILMAZER

İstanbul

Haziran, 2024

TEZ ONAYI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER

Üye : Doç. Dr. Serap ANDAÇ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hilal DEMİRKESEN BIÇAK

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Erhan İÇENER

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Aronya Meyvesi Sıvı Özütünün Antioksidan ve Sitotoksik Özelliklerinin Araştırılması**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Vuslat ÇANKAYA

ÖN SÖZ

Tez çalışmam süresince yoluma ışık tutan ve farklı mesleki bakış kazandıran tez danışmanlarım Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER ve Dr. Öğr. Üyesi Yasemin YILMAZER'e, analizlere destek olan Doç. Dr. Mustafa YAMAN, Dr. Ömer MIZRAK ve Arş. Gör. Ferhat BOSTANCI'ya, her zaman yanımda olan ve desteğini hissettiğim meslektaşım Dyt. Sena PEKÖZ'e, hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen sevgili ebeveynlerim Leyla ve Hasan ÇANKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Vuslat ÇANKAYA
İstanbul-2024

ÖZET

ARONYA MEYVESİ SIVI ÖZÜTÜNÜN ANTIOKSİDAN VE SİTOTOKSİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Vuslat ÇANKAYA

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER

Haziran, 2024 - 72 Sayfa

Aronya (*Aronia melanocarpa*), antioksidan polifenoller, şeker, mineraller ve vitaminlerce zengin bir bitkidir. Bu çalışmada, aronya meyvesi sıvı özütünün antioksidan ve sitotoksik özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, aronya sıvı özütünün, toplam antioksidan kapasitesi (TAK), L929, HaCaT, HCT-116 ve HT-29 hücre hatlarında zamana ve doza bağlı *in vitro* hücre canlılık testi (MTS) ve qPCR yöntemi ile telomer uzunluğu (TEL) incelenmiştir. Bulgulara göre, özütün TAK değeri 1087 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. MTS hücre canlılığı testi sırasıyla, L929 hücre hattında %213,3±9,6 artış (24.saat/18 mg/ml doz), HaCaT hücre hattında %119,1 ± 2,8 artış (48.saat/7 mg/ml doz), HCT-116 hücre hattında %62,9 ± 6,9 azalış (48.saat/18 mg/ml doz) ve HT-29 hücre hattında ise %81,7 ± 6,2 azalış (48.saat/18 mg/ml doz) göstermiştir. TEL qPCR analizi, L929 ve HaCaT hücrelerinde sırasıyla %162,6 ve %234,2 kat (48. saat/18 mg/ml doz) artış, kolon kanseri hücreleri HCT-116 ve HT-29 hücrelerinde ise %25 ve %33 (24. saat/18 mg/ml doz) azalış olduğunu ortaya koymuştur. Özetle, aronya özütünün moleküler yolakları etkileme mekanizmasının ileri moleküler tabanlı yöntemler ile araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aronya, Nutrisyon, Antioksidan, Sitotoksik, Sağlık.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT AND CYTOTOXIC PROPERTIES OF ARONIA FRUIT LIQUID EXTRACT

Vuslat ÇANKAYA

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. İsmail Hakkı TEKİNER

June, 2024 - 72 Pages

Aronia (*Aronia melanocarpa*) is a plant rich in antioxidant polyphenolic compounds, sugar, minerals, and vitamins. This study aimed to investigate the Aronia fruit liquid extract's antioxidant and cytotoxic properties. Therefore, the total antioxidant capacity (TAC), the time and dose-dependent *in vitro* MTS cell viability test (MTS) on L929, HaCaT, HCT-116 and HT-29 cell lines, and the telomer length (TEL) by qPCR method were examined. The findings showed that the TAC value was determined to be 1087 mg/100 g. The MTS cell viability test indicated increase on L929 cell line by $213.3 \pm 9.6\%$ (24th h/18 mg/ml dose) and HaCaT cell line by $119.1 \pm 2.8\%$ (48th h/7 mg/ml dose), whereas decrease by $62.9 \pm 6.9\%$ on HCT-116 cell line and $81.7 \pm 6.2\%$ on (48th h/18 mg/ml dose) at 24th h/18 mg/ml dose, respectively. TEL qPCR test revealed that the TEL of L929 and HaCaT cells were increased by 162.6 ve 234.2% fold at 48th h/18 mg/ml dose, while that of HCT-116 and HT-29 colon cancer cells were reduced by 25 and 33% at 24th/18 mg/ml dose, respectively. Overall, we concluded that the mode of action of the aronia fruit extract on the molecular signalling pathways should be investigated using advanced molecular-based techniques.

Keywords: Aronia, Nutrition, Antioxidant, Cytotoxic, Health.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖN SÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xii
BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ	1
İKİNCİ BÖLÜM	
ARONYA MEYVESİ, ANTiOKSiDAN VE SiTOTOKSiK ÖZELLİKLERİ...	3
2.1 Aronya Meyvesi	3
2.2 Türleri.....	4
2.3 Fiziko-Kimyasal Özellikleri.....	4
2.4 Nütrisyonel Özellikleri.....	6
2.4.1 Diyet Lifi.....	6
2.4.2 Yağ.....	6
2.4.3 Organik Asitler.....	6
2.4.4 Proteinler ve Amino Asitler	7
2.4.5 Şeker.....	7
2.4.6 Vitaminler, Mineraller ve Eser Elementler	7
2.5 Sağlık Etkileri.....	8
2.5.1 Aronya Meyvesindeki Fenolik Asitler	9
2.5.2 Aronya Meyvesinin Flavonoidleri	10
2.5.3 Aronya Meyvesinin Flavonoller ve Flavanoller, Proantosiyeninleri	12
2.6 Aronya Meyvesinin Kronik Hastalıklar Üzerine Etkisi	13

2.6.1 Antidiyabetik.....	13
2.6.2 Antienflamatuvar	15
2.6.3 Antikanserojen	15
2.6.4 Kardivovasküler	17
2.7 Aronya Meyvesinin Antioksidan ve Sitotoksik Özellikleri	17
2.7.1 Antioksidan Özellikleri	17
2.7.2 Sitotoksik Özellikleri	20
2.8 Gelecek Araştırma Öngörülleri	21

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM.....	23
3.1 Gereç	23
3.2 Yöntemler.....	24
3.2.1 Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) Tayini	24
3.2.1.1 Çözeltilerin Hazırlanışı	24
3.2.1.2 Örnek Hazırlama	25
3.2.2 <i>In vitro</i> Hücre Canlılık Testi (MTS)	25
3.2.3 Telomer Uzunluğu Testi	25
3.2.3.1 DNA Ekstraksiyonu	25
3.2.3.2 Telomer Uzunluğu (TEL) Tayini	26
3.2.4 İstatistik Değerlendirme	27

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR.....	29
4.1 Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) Bulguları	29
4.2 Hücre Canlılığı (MTS) Bulguları	29
4.3 Telomer Uzunluğu Bulguları	34
4.4 İstatistik Bulgular	36

BEŞİNCİ BÖLÜM

DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA	37
--	-----------

5.1 Tartışma.....	37
SONUÇ.....	43
KAYNAKÇA	44
ÖZGEÇMİŞ.....	58



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1: Aronya Özütü Ürün Etiket Bilgileri	23
Tablo 3.2: Aronya Özütü Biyoaktif Bileşikleri (mg/100 g).....	24
Tablo 3.5: Telomer Uzunluğu (TEL) DNA Amplifikasyonu Koşulları	27
Tablo 4.1: L929 Hücre Hattında 24. ve 48. Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama \pm Standart Sapma)	29
Tablo 4.2: HaCaT Hücre Hattında 24 ve 48 Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama \pm Standart Sapma)	30
Tablo 4.3: HCT-116 Hücre Hattında 24 ve 48 Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama \pm Standart Sapma)	31
Tablo 4.3: HT-29 Hücre Hattında 24 ve 48 Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama \pm Standart Sapma)	33

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Aronya Meyvesi (<i>Aronia melanocarpa</i>).....	3
Şekil 2.2: Aronya Meyvesinde Bulunan Polifenolik Bileşikler.....	5
Şekil 2.3: Aronya melanocarpa'nın yaşlanma karşıtı etkileri.....	9
Şekil 2.4: Aronya meyvesinde bulunan flavonoid ve çeşitleri.....	10
Şekil 2.5: Aronya Meyvesinin Tedavi Edici Farmasötik Özelliklerine Ait Tanımlı Moleküler Hedefler.....	13
Şekil 2.6: Aronya Meyvesi Antidiyabetik Tedavi Sinyal Yolakları	14
Şekil 2.7: Aronya Polifenolik Bileşiklerinin İnsan Karaciğer Kanseri Hücresi HepG2 Üzerindeki Etkileri	16
Şekil 2.8: Değişik Meyve Türlerinde Toplam Antioksidan Kapasitesi	18
Şekil 2.9: Bitkisel Kaynaklı Bazı Biyoaktif Bileşikler	19
Şekil 2.10: Aronya Meyvesi Bazı Önemli Fenolik Bileşikleri	20
Şekil 2.11: Aronya Meyvesi Antosiyaninlerinin Oksidatif H ₂ O ₂ Stresine Maruz Kalan Pankreatik β-Hücreleri (βTC3) Üzerindeki Antioksidan Etki Yolakları	20
Şekil 2.12: Bitkisel Tıp Araştırmalarında Netwrok Farmakoloji Kaynakları	21
Şekil 3.1: Aronya Özütü Ürünü	23
Şekil 4.2: L929 Hücre Hattı Aronya Özütü, 24-48 Saat MTS Sonuçları. Tek yönlü ANOVA, Tukey Post Hoc Testi Kontrol ve Örnekler Deney Grubu, Gruplararası Karşılaştırma, *p < 0.05	30
Şekil 4.2: HaCaT Hücre Hattı Aronya Özütü, 24-48 Saat MTS Sonuçları. Tek yönlü ANOVA, Tukey Post Hoc Testi Kontrol ve Örnekler Deney Grubu, Gruplararası Karşılaştırma, *p < 0.05	31
Şekil 4.3: HCT-116 Hücre Hattı Aronya Özütü, 24-48 Saat MTS Sonuçları. Tek yönlü ANOVA, Tukey Post Hoc Testi Kontrol ve Örnekler Deney Grubu, Gruplararası Karşılaştırma, *p < 0.05	32

Şekil 4.4: HCT-116 Mikroskop Görüntüsü	Tablo 4.4: HT-29 Hücre Hattında 24 ve 48 Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama \pm Standart Sapma)	32
Şekil 4.5: HT-29 Hücre Hattı Aronya Özütü, 24-48 Saat MTS Sonuçları. Tek yönlü ANOVA, Tukey Post Hoc Testi Kontrol ve Örnekler Deney Grubu, Gruplararası Karşılaştırma, *p < 0.05		33
Şekil 4.6: HT-29 Mikroskop Görüntüsü		34
Şekil 4.7: L929 Telomer Uzunluğu Değişimi (18 mg/ml ve 48.s).....		34
Şekil 4.8: HaCaT Hücre Telomer Uzunluğu Değişimi (18 mg/ml ve 48.s).....		35
Şekil 4.9: HCT-116 Hücre Telomer Uzunluğu Değişimi (18 mg/ml ve 24.s).....		35
Şekil 4.10: HT-29 Hücre Telomer Uzunluğu Değişimi (18 mg/ml ve 48.s).....		36
Şekil 5.1: Bitkisel Tedavi Alanları.....		38

KISALTMALAR LİSTESİ

°C	: Santigrad Derece
%	: Yüzde
μ	: Mikro (10 ⁻⁶)
±Ss	: Standart Sapma
AA	: Aminoasit
AGE	: İleri Glikasyon Son Ürünleri
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
BSE	: Sığır Süngerimsi Ensefalopatisi
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
EAA	: Esansiyel Aminoasit
ECG	: Epikateşin Galat
ECM	: Hücre Dışı Matris
EGCG	: Epigallokateşin Galat
g	: Gram
Gly	: Glisin Aminoasit
GTP	: Yeşil Çay Polifenolleri
HA	: Hiyalüronat
HK	: Hidroliz Kolajen
HC	: Hücre Canlılığı
HYP	: Hidroksiprolin
IR	: İmmünoreaktivite
kDa	: Kilodalton
Kkal	: Kilokalori
km	: Kuru Madde

LC-MS/MS	: Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi
LOD	: Gözlenebilme Sınırı (Limit of Detection)
LOQ	:Tayin Sınırı (Limit of Quantification)
LYS	: Lizin
MMP	: Matriks Metalloproteinaz
mL	: Mililitre
m-RNA	:Mesajcı Ribonükleik Asit
MTS	: 5-(3-karboksimetoksifenil)-2-(4,5-dimetil-tiyazolil)-3(4-sülfofenil) tetrazolyum
MW	: Moleküler Ağırlık
Non-EAA	: Non-Esansiyel Aminoasit
ORAC	: Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi
PRO	: Prolin
RNA	:Ribonükleik Asit
RNS	: Reaktif Nitrojen Türü
ROS	: Reaktif Oksijen Türü
RPM	: Dakikada ki Dönüş Hızı
SCR	: Referans Tek Kopya Geni
TAK	: Toplam Antioksidan Kapasite
TEL	: Telomer Uzunluğu
TRAP	: Toplam Radikal Yakalayıcı Antioksidan Parametre
UVR	: Ultraviyole Radyasyon
Vd.	: Ve Diğerleri
Vb.	: Ve Benzeri

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Aronya (*Aronia (A.) melanocarpa L.*), *Rosaceae* familyasına ait, Kuzey Amerika'nın doğu bölgelerine özgü ve 20.yy başlarında Avrupa'da da tanınmış kullanılabilir kısımları esas olarak meyvesi olan bir tür kuş üzümüdür. Buruk tadı sebebiyle az tüketilen aronya meyvesi, gıda endüstrisi tarafından nektar ve meyve suyu, şarap, şurup, reçel, meyveli jöleler ve çaylar ile gıda suplemanları üretiminde değerlendirilmektedir. Ayrıca, aronyanın antosiyanin bileşiklerinden doğal gıda renklendiricisi olarak faydalanılmaktadır (Sidor ve Gramza-Michałowska, 2019).

Aronyanın içerdiği biyoaktif bileşiklerin başlıcaları; antosiyaninler, siyanidinler, fenolik asitler, proantosiyanidinler ve triterpenoidler gibi fenolik bileşikler ve analoglarıdır. Bu biyoaktif bileşikler, antioksidan aktiviteye yüksek potansiyele sahiptirler. Aronyanın antidiyabetik, anti-enfektif, antineoplastik, antiobezite ve antioksidan aktivitesi yanı sıra, kalp, karaciğer ve nöroprotektif etkileri olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Ren vd., 2022).

Kanser, diyabet ve ateroskleroz gibi hastalıkların gelişiminin temel nedenlerinden birisi ise, serbest radikallerin hücreler üzerindeki yıkıcı etkileridir. Bu noktada, antioksidanca zengin bitkisel kaynaklı özütler serbest radikalleri etkisizleştirebilecek biyoaktif bileşikler içerebilmektedirler. Aktif antioksidan biyolojik bileşiklerden olan fenolikler, bitkisel kaynaklı sekonder metabolitler arasında en etkili olanlarındandır. Radikal metabolitler hidroksil, süperoksit anyon, bazı organik veya inorganik maddeler metabolik detoksifikasyon kapsamlı önemli etkileşmelere veya reaksiyonlara katılmaktadırlar (Staszowska-Karkut ve Materska, 2020).

Aronya aynı zamanda karbonhidrat, amino ve organik asitler, mikro ve makro elementler, vitaminler, aromatik organik bileşikler ve fenollerce de zengin bir meyvedir. Aronyanın kimyasal bileşimi, yetiştiği coğrafi bölgenin iklimine ve toprak özelliklerine, hasat yöntemleri, saklama ve olgunlaşma gibi çok sayıda etmene göre değişiklik gösterebilmektedir (JuríKová vd., 2017).

Aronya, yüksek potasyum ve kalsiyum seviyeleri ile enzimlerin veya protein yapıların ayrılmaz bir parçası olarak elektron (e) ve mineral taşınması, oksijen depolanması, redoks ve biyokimyasal süreçlerde aktif rol oynayabilmektedir (Rommani vd., 2016).

Aronya, yaban mersini (*Vaccinium corymbosum*), kızılıcık (*Vaccinium macrocarpon*) ve İsveç kirazı (*Vaccinium vitis-idaea*) ile karşılaştırıldığında antosiyanin ve fenolik içerikçe daha zengindir. Araştırmalar, aronyanın diyetle dahil edilmesinin insan sağlığı bakımından yararları olduğunu göstermektedir. Ancak, çalışmaların genişletilerek sürdürülmesi önerilmektedir (Sidor ve Gramza-Michałowska, 2019).

Bu araştırmada, aronya meyvesi sıvı özütünün antioksidan ve sitotoksik özelliklerinin *in-vitro* ve moleküler yöntemler ile araştırılması amaçlanmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

ARONYA MEYVESİ, ANTİOKSİDAN VE SİTOTOKSİK ÖZELLİKLERİ

2.1 Aronya Meyvesi

Aronya, *Rosaceae* familyasının *Maloideae* alt familyasına ait bir tür çalı bitkidir. Tüketim amaçlı çeşitleri bulunmaktadır. Bu çeşitlerden en önemlileri, *Aronya melanocarpa* (Michx.) Ell (siyah aronya) ve *Aronya arbutifolia* Pers (Kızıl aronya)'dir. Aronya, doğal gıda renklendiricileri ve işlenmiş besin üretimi ile nutrasötiklerin formülasyonlarında değerlendirilmektedir (Sidor ve Gramza-Michałowska, 2019).

Kökeni Kuzey Amerika olan *A. melanocarpa*, yerli Amerikalılar tarafından soğuk algınlığını tedavi etmek için kullanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) topraklarında aronyanın 'Viking' ve 'Nero' çeşitleri yabani kuş üzümü meyveleri ile karşılaştırıldığında daha büyük ve tatlıdır (Sidor ve Gramza-Michałowska, 2019).



Şekil 2.1: Aronya Meyvesi (*Aronia melanocarpa*)

Kaynak: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, 2023

2.2 Türleri

Aronyanın ayırt edilebilir iki ana türü, *Aronya melanocarpa* (Michx.) ile kara kuş üzümü olarak bilinen Elliot ve *Aronya arbutifolia* Pers (kırmızı gerdanlık)'dir. Üçüncü türü ise bu iki türün melezi olan *Aronya prunifolia* (mor kuş üzümü)'dir. Soğuğa karşı dayanıklılığı nedeniyle bu ürün sadece ılıman iklim koşullarında değil, aynı zamanda -35 °C'nin altındaki sıcaklıklarda da yetiştirilebilmektedir. Aronya çalıları maksimum 2-3 m yüksekliğe kadar büyümekte ve Mayıs-Haziran dönemine kadar 20-30 adet küçük beyaz çiçekten oluşan şemsiyelere sahip olmaktadır. Bu beyaz çiçekler olgunlaştıklarında 6-13 mm çapa ve 0,5-2 g ağırlığa ulaşan siyah renkli meyvelere dönüşmektedirler. Ekşi tadında dolayı, aronya nadiren doğal taze meyve olarak doğrudan tüketilmektedir. Esas olarak, meyve suyu, reçel, şarap ve likör gibi ürünlerinde formülasyonlarında tercih edilmektedir (JuríKová vd., 2017).

2.3 Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Aronya, boyu 3 m'ye ulaşabilen bir çalı bitkisidir. Yaşça genç olanları bitkisel kompakt görünümde iken, olgun olanları ise ağaca benzemektedir. Yaprakları oval biçimde olan aronya bitkisinin bahar ve yaz aylarında rengi yeşildir. Ancak, güz mevsiminde kızıl-kahve tonlarına dönüşmektedir. Aronyanın salkıma benzeyen meyveleri sonbahar mevsiminde olgunluğa ulaşmakta olup, siyah ve mavi renklidirler. Varyetesine bağlı olarak, meyvelerin çapı 6,1-17,8 mm, yüz adet meyvenin ağırlığı ise 32-111,7 g arasında değişmektedir (Sidor vd., 2019).

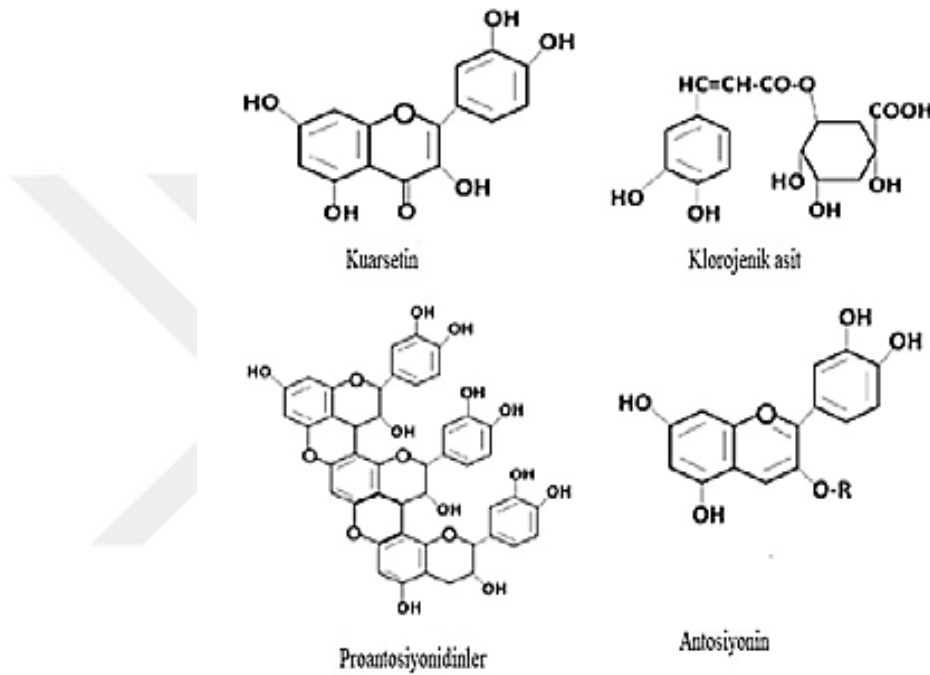
Aronyanın su ve posa kuru madde yüzdelerini sırasıyla, %17,9-26 ile %11,1 aralığında değişmektedir (Mayer-Miebach vd., 2012).

Aronya meyvesinin kuru madde (km) içeriği %15,3-30,7 iken, bu kuru maddenin %14,2-18,7'si çözünebilirdir (Skupień ve Oszmiański, 2008; Ochmian vd., 2009).

Aronyanın protein miktarı düşük olmakla birlikte, 3,7 g/100 g km'ye karşılık gelmektedir. Arginin, tirozin, histidin, lizin, sistein, alanin, asparajin, serin, glutamik asit ve treonin gibi aminoasitler aronya meyvesinde bulunmaktadır. Aronyanın lipit içeriği %0,09-0,17 olarak belirlenmiştir (Skupień ve Oszmiański, 2008).

Aronya posasında lipit seviyesi %65'e ulaşmakta olup, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) de dahil olmak üzere toplam 5,5 g/100 g olmaktadır. Aronya linoleik ve oleik asitlerce, tohumunun yağı ise steroller ve fosfolipitlerce zengindir (Pieszka vd., 2015).

Aronyada ve ürünlerinde sorbitol seviyesi 8,56 g/100 g'a ulaşmaktadır. Aynı zamanda, aronya melasında lif içeriği %70 (km) seviyesine ulaşmaktadır (Ochmian vd., 2012).



Şekil 2.2: Aronya Meyvesinde Bulunan Polifenolik Bileşikler

Kaynak: Borowska ve Brzóska, 2016

Aronya diyet lifinin %60'ından fazlası çözünmeyen lif (lignin, selüloz, hemiselüloz) unsurlarından oluşmaktadır. Aronya, B vitaminleri, karotenoidler, tokoferoller, C ve K vitaminlerince zengindir. Aronya meyvesi kül miktarı 6,8 g/100 g (km)' dir. Aronya aynı zamanda makro elementler (potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum ve sodyum) ve eser elementler de (çinko, demir, selenyum, bakır, molibden, krom) içermekte olup, manganez, silisyum, nikel, bor ve vanadyum gibi eser elementleri de barındırmaktadır (Pavlović vd., 2015).

2.4 Nütrisyonel Özellikleri

Aronya, karbonhidrat, organik ve amino asit, elementler, vitaminler, aromatik ve polifenolik bileşiklerce zengindir. Aronya meyvesi kimyasal bileşimini, yetiştiği coğrafi bölgenin iklimine, toprak kompozisyonuna, meyvesinin olgunluğuna, hasat ve saklama şartlarına bağlıdır. Daha yüksek miktarda polifenol içeren diğer meyvelerden önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Polifenoller, karakteristik bir tat, koku, renk, besin değeri ve antioksidatif aktiviteye sahip taşıyıcılardır (JuríKová vd., 2017).

2.4.1 Diyet Lifi

Diyet lifleri önemli besin bileşenleridir. Lif için yeterli alım miktarı 25-40 g/gün'dür. Aronya meyveleri 5,6 g/100 g miktarında diyet lifi içermektedir. Burada posa için lif içeriği %63-78 (km) arasında değişmektedir. Aronya posası lifinin önemli bileşenleri, selüloz (%35), hemiselüloz (%34), lignin (%24) ve pektin (%8)'dir. Diyet lifi açısından zengin aronya besin takviyeleri ve fonksiyonel besin formülasyonlarında değerlendirilmektedir. Vücuttaki diyet lifleri, zararlı maddeleri emme, ağır metalleri ve mineral bileşenleri bağlama ve seviyelerini azaltmaktadır (Sójka vd., 2013).

2.4.2 Yağ

Aronya meyvesinde toplam yağ içeriğinin 0,14 g/100 g (%3-14 km). Aronya tohumu 19,3 g/kg gliserit yağı içermektedir. Aronya yağı fosfolipidler, steroller ve tokoferoller açısından zengindir. Kurutulmuş aronya ve tohumlarından elde edilen yağda ana yağ asidi olarak linoleik asit (%73,6) gibi çoklu doymamış yağ asitleri bulunmaktadır (Pieszka vd., 2015).

2.4.3 Organik Asitler

Aronya genellikle %1,1-1,4 arasında değişen düşük organik asit içeriğine sahiptir. Taze meyvelerinde tanımlanan başlıca yağ asitleri, malik (13,1 g/kg), sitrik (2,1 g/kg) ve kinik (5,9 g/kg)'dir. Şikimik, okzalik ve süksinik asitler gibi diğer bileşenler de mevcuttur. Aronyanın serbest asitleri diğer çözünebilir

maddelerle birlikte meyve suyuna geçtikleri için düşük düzeyde kalmaktadır. Aronyadaki organik asitler arasında en dikkat çeken galakturonik asit'tir (5-16 g/kg) (Denev vd., 2018).

2.4.4 Proteinler ve Amino Asitler

Aronyanın protein miktarı 0,7 g/100 g gibi düşük bir değerdedir. Kurutulmuş aronya posasında ise protein içeriği %5-24 arasında değişkenlik göstermektedir. Aronya ve yan ürünlerinde dikkat çeken aminoasitlerden başlıcaları, glutamik asit, aspartik asit ve arginin'dir. Ayrıca, çekirdeksiz aronya posasının tohumuna göre daha düşük protein içeriğine sahip olduğu rapor edilmektedir (Buda vd., 2020).

2.4.5 Şeker

Aronyanın toplam şeker içeriği 68-158 g/kg arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalarda, glikoz; 11-40 g/kg, fruktoz; 14-42 g/kg ve sorbitol; 44-76 g/kg olarak rapor edilmektedir. Meyvesinde %0,34 oranında sükröz bulunmaktadır. Aronyanın baskın karbonhidrat bileşeni olarak sorbitol (%2,7-3,5 km)'dür. Ayrıca çekirdekli posasının çekirdeksiz fraksiyonlarına göre önemli ölçüde daha yüksek sakkaroz ve glikoz içerdiği görülmektedir. Günlük 100 g aronya meyvesi, yetişkin bir kişinin günlük enerjisinin yaklaşık %3'ünü karşılamaktadır (Jurendić ve Ščetar, 2021).

2.4.6 Vitaminler, Mineraller ve Eser Elementler

Taze sıkılmış aronya özütü, B₁ (25–90 µg/100 ml), B₂ (25–110 µg/100 ml), B₆ (30–85 µg/100 ml), askorbik asit (5–100 mg/100 ml), pantotenik asit (50–380 µg/100 ml) ve niasin (100–550 g/100 mL)'dir. Aronyanın kül değeri, 4-6 g/kg iken, bu değer meyve suyunda ise 5 g/kg'dır (%1,4-3,9 km) seviyesindedir (Pavlović vd., 2015; Yamane vd., 2017).

Makro elementler, metabolizmanın kontrol ve düzenlenmesinden sorumlu iken, mikro elementler ise, enzimlerin veya protein yapılarının ayrılmaz parçaları olarak kritik biyokimyasal roller oynarlar (Romani vd., 2016).

2.5 Sağlık Etkileri

Aronya meyvesi polifenolik bileşiklerce, yaban mersini, kırmızı ahududu, kırmızı kuş üzümü, çilek ve böğürtlen dahil diğer birçok meyve türünden daha zengindir. Örneğin, fenonik bileşik toplamı, siyah frenk üzümü (*Ribes nigrum*) içeriğine eşdeğer iken, böğürtlene (*Rubus fruticosus*) göre 2-4 katıdır. Bu durum, yaban mersininde (*Vaccinium corymbosum*) 5 kat, kırmızı ahudududa (*Rubus idaeus*) 3-8 kat ve çilekte (*Fragaria ananassa*) ise 10 kat daha fazladır. Bazı farklı meyvelerdeki en yüksek polifenol konsantrasyonunun yaban mersininde (564 mg/100 g) olduğu ve bunu sırasıyla aronya (432 mg/100 g) ve alıçın (440 mg/100 g) izlediği rapor edilmiştir (Shi vd., 2024).

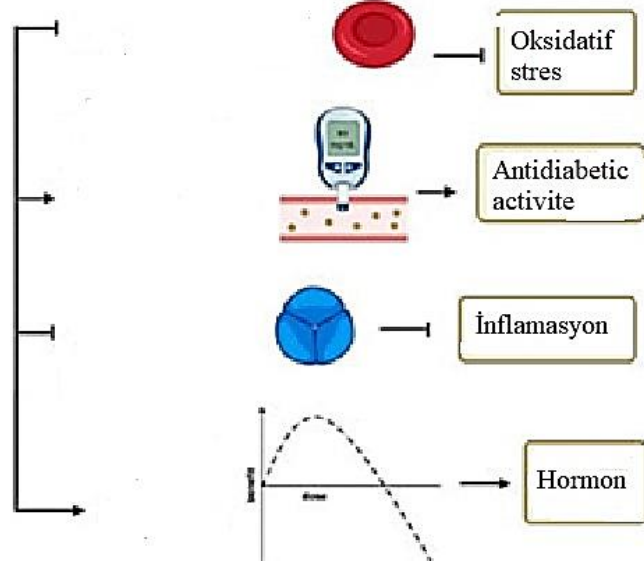
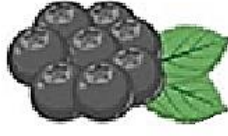
Farklı meyve türlerindeki fenolik bileşiklerin düzeyi, genetik özelliklerle, yetiştirme koşulları, işleme ve depolama gibi birçok faktöre bağlıdır. Etkin depolama için ideal sıcaklık 3 °C'dir. Ancak, bu sıcaklıkta 6 ayı aşan saklama koşulunda fenolik içeriği toplamı %30 azalmaktadır. Daha yüksek sıcaklık ve güneş ışığının antosiyaninlerle ilişkili yüksek fenolik bileşik içeriğine olumlu etken olduğu bilinmektedir (Jakobek vd., 2012).

Viking ve Nero aronya meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği seviyesi Galicianka çeşidinden daha yüksektir. Hugist çeşidi aronya ise en zengin polifenol kaynağıdır (23,4 mg gallik asit/g). Aron cinsi aronyanın ise toplam fenolik madde düzeyi 15,86 mg gallik asit/g ile en düşük olanıdır (Ochmian vd., 2012).

Aronya diğer meyvelerle karşılaştırıldığında en yüksek fenolik içeriğe sahip ürün olarak tanımlanmaktadır (Kapanoğlu vd., 2013). Özellikle, en yüksek biyoaktif bileşik içeriğine dondurularak kurutulmuş aronyada rastlanmaktadır (Šavikin vd., 2014; Samoticha vd., 2016).

Aronyada bulunan başlıca önemli fenolik bileşikler, hidroksisinnamik asit, neoklorojenik asit, siyanidin-3-galaktosid ve siyanidin-3-arabinosid ve prosiyanidin B₁'dir. Flavanoller (epikateşin) ve flavonoller (kuversetin glikozitler) aronya meyvesinin en temel fenolik bileşenleri olarak bilinmektedir (Ramić vd., 2015).

Aronia melanocarpa



Şekil 2.3: Aronya melanocarpa'nın yaşlanma karşıtı etkileri

Kaynak: Platonova vd., 2021

2.5.1 Aronya Meyvesindeki Fenolik Asitler

Doğal meyveler ekseriyetle suda az çözünen sinamik asit türevi hidrokşisinamik asit açısından zengin besinlerdir. Aynı zamanda, en sık tespit edilen diğer fenolik asit ise ester bağı aracılığıyla kinik asitle bağı bir kafeik asit kompleksi olan klorojenik asittir. Neoklorojenik asit ile flavonoid olmayan diğer polifenolik bileşikler de meyvelerde bulunmaktadır (Hirth vd., 2015).

Beş aronya çeşidi 'Aron', 'Fertödi', 'Hugin', 'Nero' ve 'Viking' ile yapılan çalışmalar, klorojenik ve neoklorojenik asitlerin başlıca antioksidanlar olduğunu göstermektedir (Rop, 2010). Ayrıca 'Hugin', 'Nero', 'Viking' ve 'Galicianka' çeşitlerinde ise yine klorojenik ve neoklorojenik asitlerin eşdeğer düzeylerde içerilen önemli fenolik asitler olduğu rapor edilmektedir (Ochmian vd., 2012). Aralarında, klorojenik asit diğer fenolik asitlere göre göreceli daha yüksek bulunmaktadır (Jakobek vd., 2012).

Aronya meyvesindeki kafeik asit ve türevleri ile ferulik asit toplam antioksidan kapasitesi (TAK) üzerinde etkilidirler (Wu ve Wang, 2002).

Aronya özütünün pastörizasyonu (80 °C) fenolik bileşiklerden olanhidroksisinnamik asit düzeyini %59 düşürmektedir. Diğer taraftan, plazma teknolojisi ile işlenmiş aronya özütündeki hidroksisinnamik asit oranı ise %23 artmaktadır (Tian vd., 2017).

2.5.2 Aronya Meyvesinin Flavonoidleri

Aronya meyvesinin başlıca flavonoid alt grupları, antosiyaninler, proantosiyaninler, flavonoller ve flavanoller (kateşinler)'dir. Flavonol glikozitler, kersetin 3- O- galaktosid (Q-Gal) ve kersetin 3-O-glukozitin baskın flavonoidler oluş, toplam fenolik içeriğin yaklaşık %10'unu temsil etmektedirler. Benzer şekilde, aronya özütünün flavonoid ve proantosiyanidin içeriği, yaban mersini, siyah frenk üzümü, böğürtlen, yaban mersini, kırmızı kuş üzümü, kırmızı ahududu ve çilek gibi diğer meyve özütlerinde daha yüksektir (Tian vd., 2017).



Şekil 2.4: Aronya meyvesinde bulunan flavonoid ve çeşitleri.

Kaynak: Shi vd., 2024

Aronya meyvesine olan nütrisyonel ve sağlık ilginin temel nedeni içerdiği antosiyaninler ve glikosile flavonoid bileşikler gibi antioksidan unsurlardır (Cretu ve Morlock, 2014). Özellikle, antosiyaninler tüm fenolik bileşenlerin yaklaşık %25'ine karşılık gelmektedir (Oszmiański ve Wojdyło, 2005). Bir diğer çalışmaya göre ise, bu oran %41'e kadar çıkabilmektedir. Siyah, mor ve kırmızı Aronya'nın ana antosiyanin bileşiği, siyanidin-3-galaktosid'dir (Taheri vd., 2013). Ayrıca, bu dört çeşit aronya meyvesinin içerdikleri fenolik bileşiklerin %50'sini siyanidin-3- O -galaktosid oluştururken, polifenoller ve antosiyaninler ise kalan %50'ye karşılık gelmektedir (Ochmian vd., 2012).

Aronya ayında ana bileşenler siyanidin-galaktoz ve siyanidin-arabinosid iken, siyanidin-glukozit ve siyanidin-ksilosid ise miktarca yarısını oluşturmaktadır. Aronya özütünde siyanidinler, siyanidin-3-O-galaktosid (222 mg/100 g) ve 3- O -arabinosid (159 mg/100 g)'dır (Slimestad vd., 2005; Wangensteen vd., 2014).

Siyah kuř zm (*Ribes nigrum*), kırmızı kuř zm (*Ribes rubrum*), bektaşi zm (*Ribes grossularia*), ilek (*Fragaria ananassa*), böğürtlen (*Rubus fruticosus*) ve kırmızı ahududu (*Rubus idaeus*) ve aronya gibi meyveler arasında aronya en yüksek antosiyanin konsantrasyonuna sahiptir. Aronya'daki antosiyanin içeriği mürver (*Sambucus nigra*) ile karşılaştırılabilir düzeyde olup, özellikle aronyanın 'Rubini' eřidinde daha yüksek miktarda bulunmaktadır (Veberič vd., 2009; Taheri vd., 2013). Diėer taraftan, aronya ve siyah frenk üzümü aylarında, yaban mersinine göre, iki kat düşük antosiyanin olduğu rapor edilmektedir (şavikin vd., 2014).

Antosiyaninler ısıl işleme büyük ölçüde bozunmaya uğramaktadırlar. Aronya zt, pH faktörü ile, düşük depolama sıcaklığında tutulduğu zaman, antosiyanin verimi yükselmektedir (Howard vd., 2013; Wilkes vd., 2013). Ekstrasyon tekniği de aronya özütünün antosiyanin verimini etkilemektedir. alışmalar, en az olumsuz etki gösteren tekniğin ekstraksiyon solventi olarak asitleştirilmiş metanolün kullanılması olduğunu göstermektedir (Gazdik vd., 2008). Sıcak su, etanol ve trifloroasetik asit içeren metanol gibi solventler de ekstraksiyonda kullanılabilir (Park ve Hong, 2014). Filtrasyon işleminde ise koruyucu sodyum sülfatın varlığı, ekstraksiyonun verimliliğini arttırmaktadır (Brunlich vd., 2013). Enzim ile soğuk ve sıcak maserasyon işlemlerinin antosiyanin stabilitesini olumsuz etkilediği bilinmektedir (Vagiri ve Jensen, 2017).

2.5.3 Aronya Meyvesinin Flavonoller ve Flavanoller, Proantosiyaninleri

Flavonoller (kuersetin glikozitler) ve flavanoller (flavan-3-oller, proantosiyanidinlerdeki epikateşin) meyvelerde var olan antioksidan bileşenlerdir. Aronya meyvesinde, kersetin-3-galaktosid (hiperosid), kersetin-3-glukozit (izokersetin) ve kersetin-3-rutinosid (rutin) olmak üzere üç temel flavonol bulunmaktadır. Ayrıca, konsantrasyonu çok düşük olmakla birlikte quercetin 3-vicianoside de mevcuttur. Aronyada tanımlanan başka bir flavonol olan kaempferol seviyesi oldukça düşüktür (Kovačević vd., 2016).

Flavan-3-ol polimerik prosiyanidini aronya meyvesinde bulunan önemli bir polifenol grubudur. Çoğunlukla (-)-epikateşin birimlerinden oluşmaktadırlar. Birimler esas olarak C4-C6 ve C4-C8 bağlarıyla (B tipi bağlar) bağlanırlar. Serbest epikateşin, aronyada mevcut olup, konsantrasyonu polimerik prosiyanidinler ile (kateşinler) karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha düşük olmaktadır (Bräunlich vd., 2013).

Düşük moleküler ağırlıklı oligomerik prosiyanidinler gastrointestinal kanalda bozulmadan emildiğinden polimerizasyon derecesi biyoyararlanımları açısından önemlidir. Ancak, polimerizasyon işlemi bileşiklerin bağırsak emilimini büyük ölçüde olumsuz etkilemektedir. Aronya meyvesi genotiplerinde yapısal stereokimya ve konfigürasyona bağlı kateşin ve/veya epikateşin dimerleri gibi 64 farklı izomerin varlığı tanımlanmaktadır (Wangensteen vd., 2014).

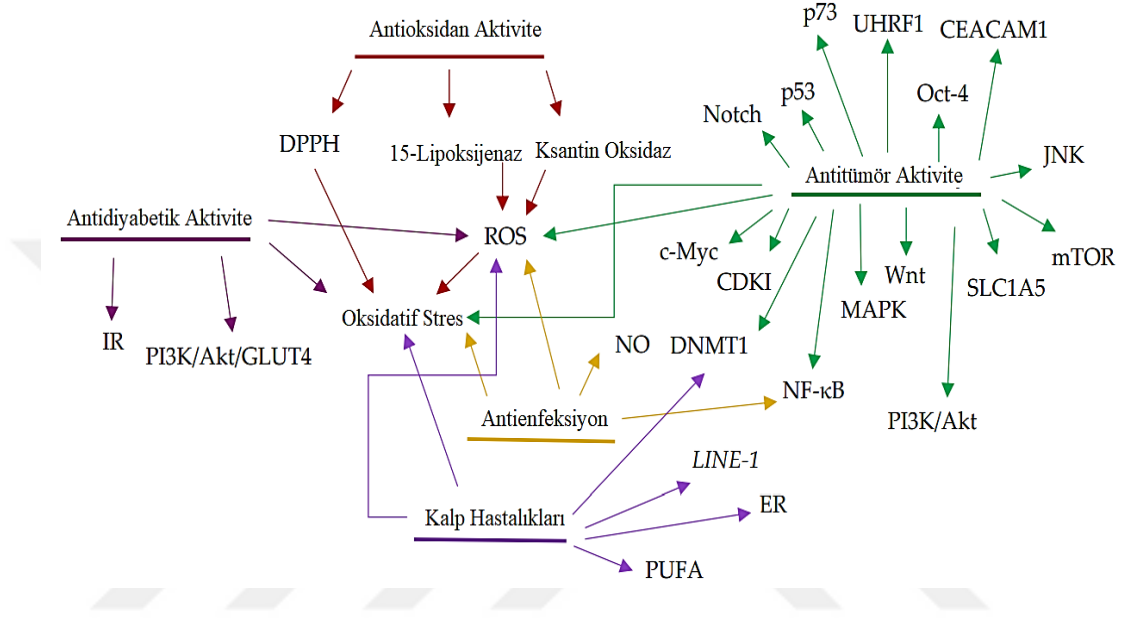
Aronya meyvesi prosiyanidinler, meyve etinde %70, kabukta %25 ve çekirdekte ise %5 oranında bulunmaktadır. Aronyanın özellikle kabuk ve meyvesinde B2 ve B5 dimerik prosiyanidinleri ve trimerik prosiyanidin C1 yer almaktadır (Mayer-Miebach vd., 2012).

En yüksek prosiyanidin konsantrasyonu hibrit *Aronia prunifolia*'da tespit edilmiştir. 'Viking' türünde ise daha fazla proantosiyanidine rastlanmaktadır (Taheri vd., 2013).

Aronya pürelerinin 20 dk içinde 100 °C'ye kadar ısıtılması ve 15 dk bekletilmesi antioksidan içeriğini anlamlı şekilde düşürmemektedir. Aronyanın prosiyanidin içeriği meyvelerinkinden yaklaşık %45 ve ısıl işlem görmüş meyve pürelerinden ise %10 daha yüksektir (Mayer-Miebach vd., 2012; JuríKová vd., 2017).

2.6 Aronya Meyvesinin Kronik Hastalıklar Üzerine Etkisi

Aronya meyvesinin bazı kronik hastalıklar üzerinde olumlu tedaviyi destekleyici etkisi olduğunu gösteren araştırmaların sayısı gün geçtikçe artış göstermektedir. Destekleyici tedavide kullanılan aronya meyvesi biyoaktifçe zengin ürünlerinden diyabet, enflamasyon, kanser ve kardiyovasküler rahatsızlıklarda faydalanılmaktadır (Şekil 2.5) (Yu vd., 2021).



Şekil 2.5: Aronya Meyvesinin Tedavi Edici Farmasötik Özelliklerine Ait Tanımlı Moleküler Hedefler

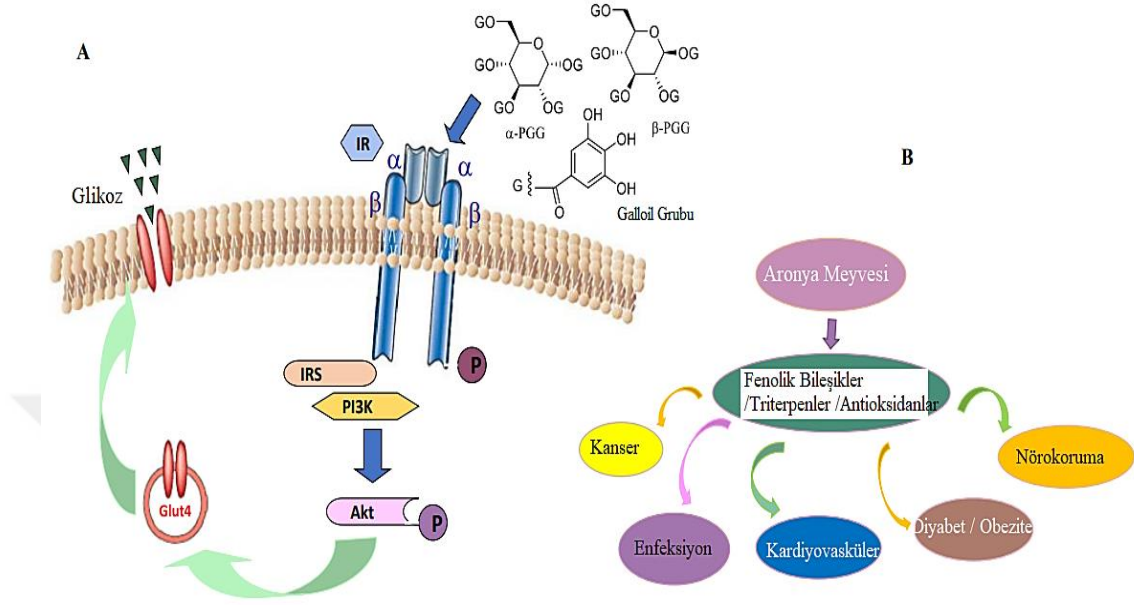
Kaynak: Ren vd., 2022

2.6.1 Antidiyabetik

Aronya özütünün uzun süreli tüketiminin, açlık kan glikozu seviyesi ve lipit profili üzerinde olumlu etkileri rapor edilmiştir (Qin ve Anderson, 2011).

Aronya meyvesi, glikoz metabolizmasını iyileştirmekte ve bu nedenle diyabet tedavisinde iyi bir seçim gibi görünmektedir. Aronyanın polifenolik bileşikleri (Siyanidin 3-rutinosid), a-glukosidazın inhibisyonu nedeniyle kan şekeri seviyesinin azaltılmasında ve α -glukozidaz ve α -amilaz aktiviteleri inhibe etmektedir. Bu ise yemek sonrası hiperglisemiyi kontrol ederek, diyabetin önlenmesinde yararlı roller oynayabilmektedir (Adisakwattana vd., 2011).

Benzer antidiyabetik sonuçlar, diyabet pozitif *in vivo* deneysel hayvan modellerinde de saptanmıştır (Şekil 2.6) (Kokotkiewicz vd., 2010).



Şekil 2.6: Aronya Meyvesi Antidiyabetik Tedavi Sinyal Yolakları

Kaynak: Ren vd., 2022

Bir diğer *in vitro* araştırma, aronya özütünün sindirim sisteminin anahtar enzimleri olan pankreatik α -amilaz ve lipaz aktivitelerini inhibe ettiğini göstermiştir. Klinik açıdan pankreas α -amilazının en etkili inhibitörü klorojenik asittir (Worsztynowicz vd., 2014).

Aronya özütü, insülin sinyal yolağını, adipogenez ve inflamasyonla ilişkili çoklu diğer yolakları modüle ederek insülin direnciyle ilişkili risk faktörlerini azaltmaktadır. Aronya antosiyaninleri, diyabetik hastalarda ve streptozotosin-diyabetik sıçanlarda karbonhidrat metabolizmasını regüle edebilmektedir (Sikora vd., 2014).

Klinik kanıtlar, polifenollerce zengin besinlerin beta hücrelerinin bütünlüğünü ve fizyolojisini eski haline getirerek ve insülin salınım aktivitesini artırarak karbonhidrat metabolizmasını modüle ettiğini göstermektedir. Bu sebeple, polifenollerce zengin aronya meyvesi diyabet tedavisi için alternatif doğal

kaynaklı çözüm sunabilmektedir (Drăgan vd., 2014). Bu bağlamda, 3 ay boyunca 200 ml/gün aronya özütü tüketimi önerilmiştir (Simenov vd., 2002). Bir diğer çalışma ise, 6 hafta aronya özütü uygulamasının streptozotosin kaynaklı diyabet semptomlarının azaldığını göstermiştir. Diyabet gelişiminde rol oynayan dipeptidil peptidaz IV, α -glukosidaz ve anjiyotensin dönüştürücü enzimleri inhibe etmek yoluyla yemek sonrası kan şekeri seviyesinin yükselmesine izin vermemiştir (Yamane vd., 2017).

2.6.2 Antienflamatuvar

Aronya meyvesinin anti-inflamatuvar özellikleri, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve bağışıklık sistemi sorunları gibi kronik sağlık sorunlarının gelişimlerinin önlenmesinde roller oynayabilmektedir. Bu noktada, siklooksijenaz (COX) ve indüklenebilir nitrik oksit sentaz (iNOS) birçok enflamatuvar hastalığın ilerlemesi ile ilişkili lipid mediatörlerin ve nitrik oksidin sentezinden sorumlu anahtar pro-enflamatuvar enzimlerdir (Li vd., 2015).

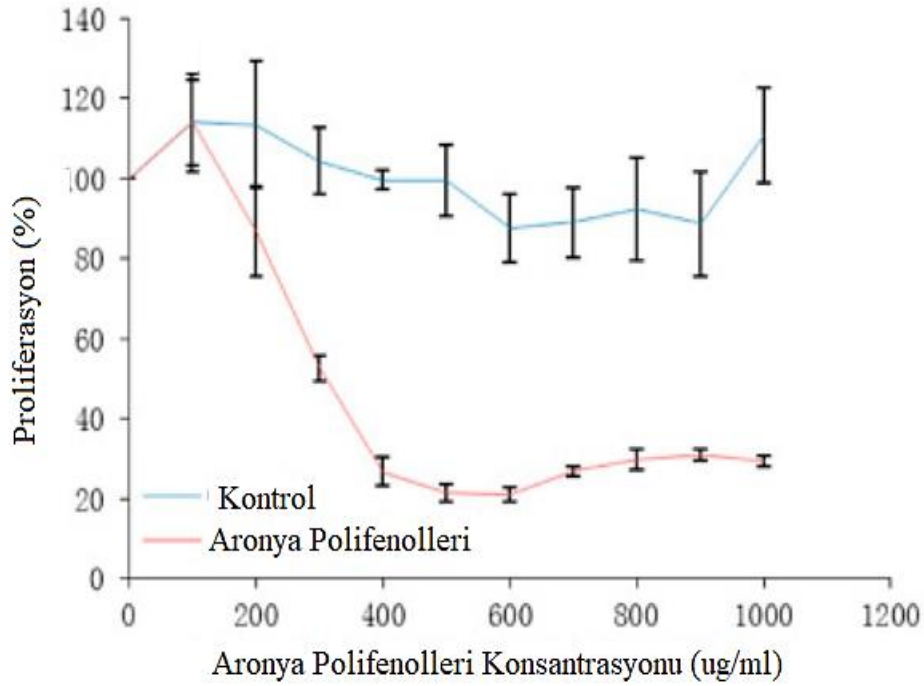
Çalışmalar, Aronya özütünün *in vivo* deney hayvanı modellerinde endotoksin kaynaklı üveit üzerinde antienflamatuvar etkileri olduğunu göstermektedir. Anti-öküler enflamatuvar etkinin, iNOS ve COX-2-enzimlerinin baskılanmış ekspresyonundan kaynaklanan nitrik oksit, prostaglandin ve tümör nekroz faktörü- α (TNF- α) üretimini inhibe edebildiğini göstermektedir (Ohgami vd., 2005).

Aronya özütünün insan aortik endotel hücrelerinin proenflamatuvar yanıtını baskıladığına dair yeni kanıtlar ortaya koymuştur. Enflamatuvar solunum yolu sorunlarına karşı biyoaktif bileşenleri tedavide destek sağlamaktadır. iNOS ve COX-2 ekspresyonunun azalmasının yanı sıra, radikal oksijen türlerinin salgılanmasının azalması ve hücre döngüsünün duruşunu indüklenmesi anti-enflamatuvar özelliklerine dair kanıtlar sunmaktadır (Zapolska-Downar vd., 2011).

2.6.3 Antikanserojen

In vitro test antosiyanin özütüne 24 saat maruz kalan insan HT-29 kolon kanseri hücrelerinin %60 oranında canlılıklarında azalma görülmüştür. Aronya özütü,

hücre döngüsünün G1/G0 ve G2/M fazlarında blokaj etkisi göstermektedir. Aronya özütünün kanser hücrelerini üzüm ve yaban mersini özütlerine göre daha fazla inhibe ettiğini rapor etmiştir (Şekil 2.7) (Malik vd., 2003; Thi ve Hwang, 2018).



Şekil 2.7: Aronya Polifenolik Bileşiklerinin İnsan Karaciğer Kanser Hücresi HepG2 Üzerindeki Etkileri

Kaynak: Shi vd., 2024

Polifenolik bileşiklerce zengin zengin aronya özütü, T hücresi kaynaklı lenfoblastik lösemi hücrelerinde programlanmış hücre ölümünü indüklemektedir. Antikanserojen aktivitesi ise ağırlıklı olarak klorojenik asitler, bazı siyanidin glikozitler ve kersetin türevleri ile ilişkilendirilmektedir (Sharif vd., 2012).

2.6.4 Kardiyovasküler

Hipertansiyon, endotel disfonksiyonu ve oksidatif stres ile ilişkili kardiyovasküler hastalık gelişiminde olumsuz rol oynayan bir etmendir (Ćujić vd., 2018).

Polifenoller, vasküler oksidatif stresi azaltma yetenekleri nedeniyle, genel kardiyovasküler sağlığı ve hipertansiyonu düzenleyebilmektedir. Aronya özütünün *in vivo* deney hayvanı modellerinde indüklenmiş hipertansiyonu düşürdüğü bildirilmiştir (Ciocoiu vd., 2013). Bu olumlu etkinin temelinde ise, yüksek toplam antioksidan kapasitede lipid peroksidasyonunu azaltmaktadır. *In vivo* ve *in vitro* araştırmalar, fenolik bileşiklerin endotel hücreleri koruduklarını, restorasyonuna katkı sağladıklarını ve anti-trombosit işlevsellik gösterdiklerini bildirmektedir (Bijak vd., 2011).

2.7 Aronya Meyvesinin Antioksidan ve Sitotoksik Özellikleri

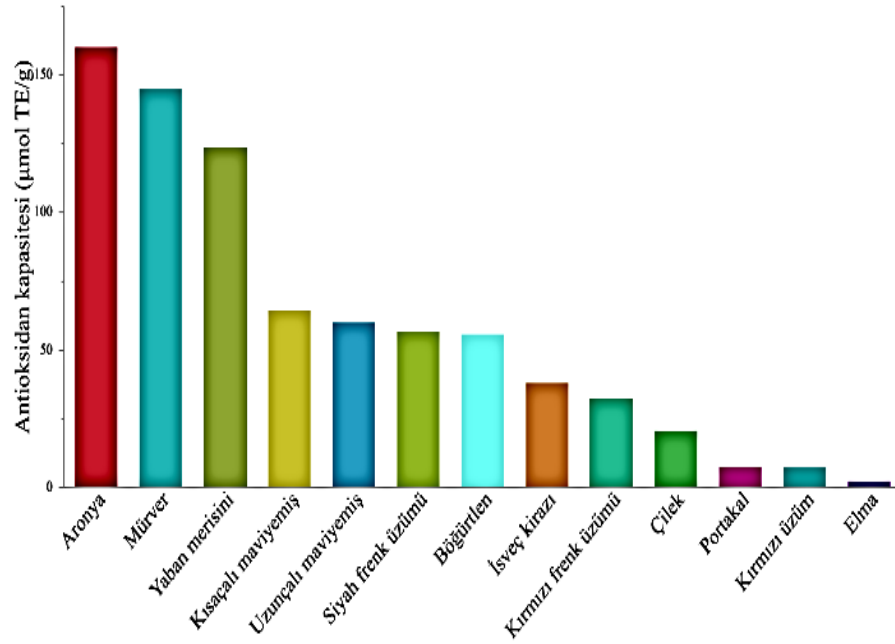
2.7.1 Antioksidan Özellikleri

Antioksidanlarca zengin besinlerin düzenli ve yeterli miktarlarda tüketimi genellikle genel sağlık üzerinde olumlu etkiler göstermekte ve olası kronik sağlık sorunlarının önlenmesinde önemli roller oynamaktadır. Bitkiler aleminde bilinen 8.000'den fazla tanımlanmış polifenolik bileşikler diyet yoluyla alınabilen antioksidanlardır. Bitkisel kaynaklı antioksidan fenolik bileşikler açısından aronya meyvesi ve ürünleri de bu kategoriye dahildirler (Tolić vd., 2017).

Fenolik bileşiklerin redoks potansiyeli proton (hidrojen) donörleri ve kolesterol oksidasyonunda rol oynayan dioksijen (tekli oksijen) moleküllerinin şelasyonunda indirgeyici ajanlar olarak antioksidan davranış dergilemektedirler. Bu sayede, oksidatif strese karşı güçlü koruyucu etkiler göstermektedirler (Oszmiański ve Wojdyło, 2005).

Aronya meyvesinin antioksidan aktivitesi DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ve ABTS [2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonat)] gibi radikal unsurları inhibe etmektedir. Aronya, diğer doğal meyveler arasında en güçlü *in vitro* radikal detoksifikasyon aktivitelerinden birisini göstermektedir. DPPH ve ABTS radikallerini baskılama işlevselliği, taze meyvelerde DPPH için 279,38 mg/100 g

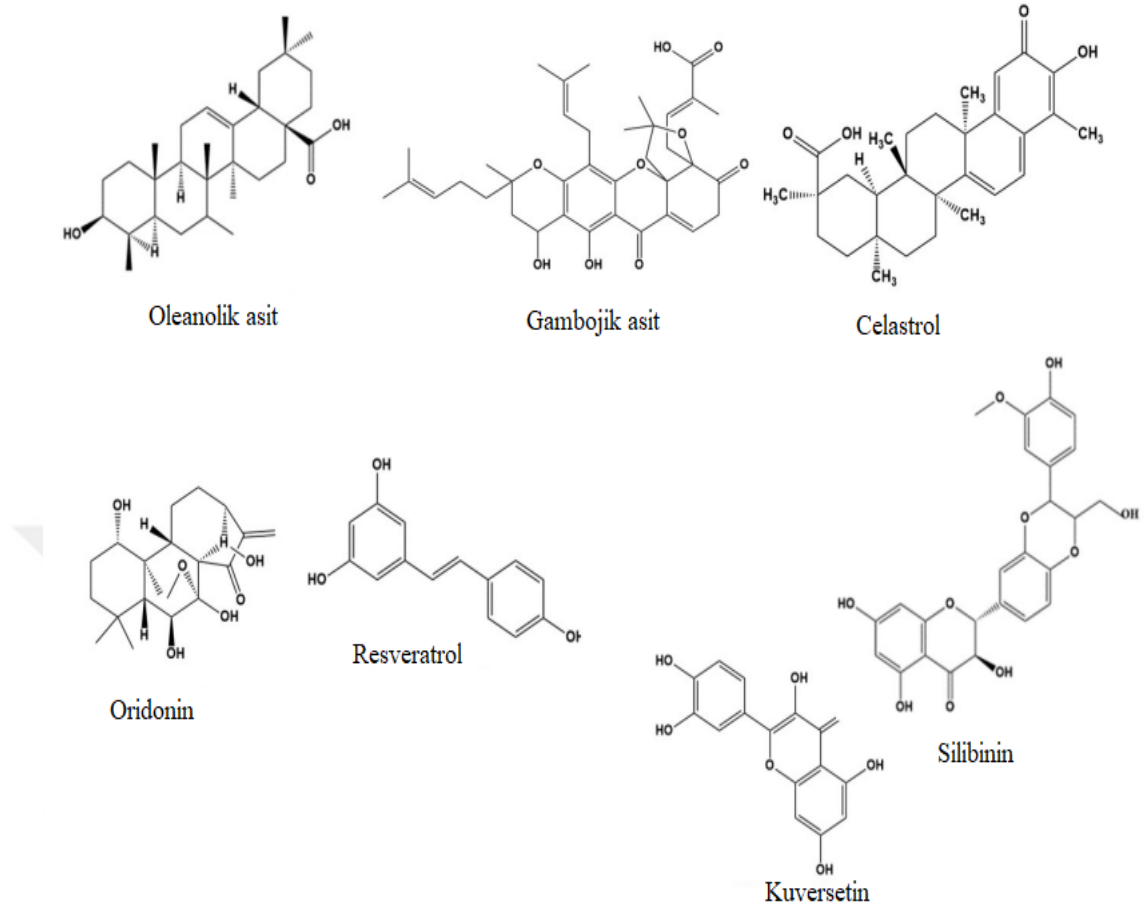
ve ABTS radikalleri için 439,49 mg/100 g ile meyve sularında DPPH için 127,45 mg/100 g ($\mu\text{M Trolox}/100 \text{ g km}$)'dır. Fenolik bileşiklerin antioksidan kapasiteleri *in vivo* emilimden sonra, reaktif nitrojen (RNS) ve oksijen (ROS) türleri ile prooksidanların inhibisyonu, antioksidan enzimlerin geri kazanımı ve kanda seviyelerinin düzenlenmesi gibi hücrel sinyal yolları yoluyla başarılmaktadır (Şekil 2.8) (Tolić vd., 2015).



Şekil 2.8: Değişik Meyve Türlerinde Toplam Antioksidan Kapasitesi

Kaynak: Yılmaz, 2021

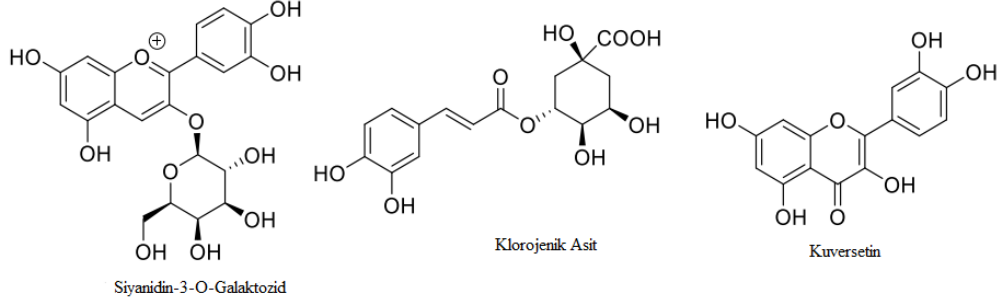
Prosiyanidinler, üstün antioksidanlar olarak kabul edilmektedirler. Olgunlaşmamış aronya meyvesinde antosiyaninler bulunmamasına rağmen; prosiyanidin ve flavonoid bileşikler daha fazla bulunmaktadır. Bu durum ise aronya meyvesinin diyet yoluyla potansiyel terapötik fonksiyonunu göstermektedir. Örneğin, profesyonel kürek sporu ile uğraşan kişilere 1 ay süresince günde 150 ml aronya özütü verilmesi sayesinde egzersizin alyuvarlarda sebep olduğu oksidatif hasarın anlamlı şekilde düştüğü belirlenmiştir (Şekil 2.9) (Szopa vd., 2017; Gralec vd., 2019).



Şekil 2.9: Bitkisel Kaynaklı Bazı Biyoaktif Bileşikler

Kaynak: Guo vd., 2023

Siyanidin-3-O-arabinosid, Aronya meyvesinde bulunan en güçlü radikal baskılayan antosiyanin bileşiktir. 15-lipooksijenaz ve ksantin oksidaz gibi pro-oksidatif enzimlerin de inhibitörüdür. Kuversetin, aronya özütünde en yüksek oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC) ve toplam radikal yakalayıcı antioksidan parametre (TRAP) gösteren bileşiktir. Aronya özütünün *in vitro* antioksidan kapasitesinin %40'ı proantosiyanidinler kaynaklıdır. Bunu antosiyaninler (%24), hidroksisinnamik asitler (%18) ve epikateşin (%11) izlemektedir (Şekil 2.10) (Skupień ve Oszmiański, 2008).

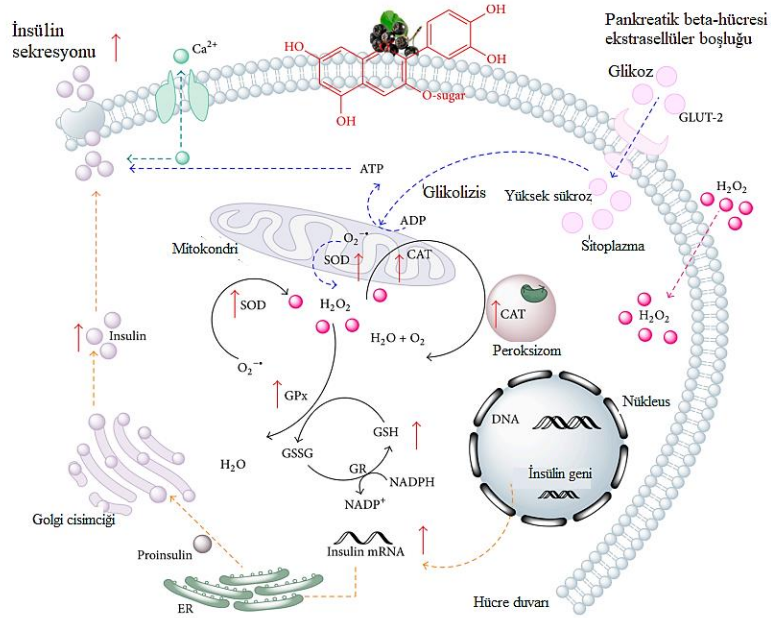


Şekil 2.10: Aronya Meyvesi Bazı Önemli Fenolik Bileşikleri

Kaynak: Ren vd., 2022

2.7.2 Sitotoksik Özellikleri

Aronya özütünün, üç tip malign hücrelerinde (A-549, LS-174T ve HeLa) ve normal pulmoner fibroblast hücrelerde (MRC5) yüksek fenolik ve flavonoid içeriği sebebiyle güçlü sitotoksik aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 2.11) (Cvetanović vd., 2018).



Şekil 2.11: Aronya Meyvesi Antosiyaninlerinin Oksidatif H₂O₂ Stresine Maruz Kalan Pankreatik β-Hücreleri (βTC3) Üzerindeki Antioksidan Etki Yolakları

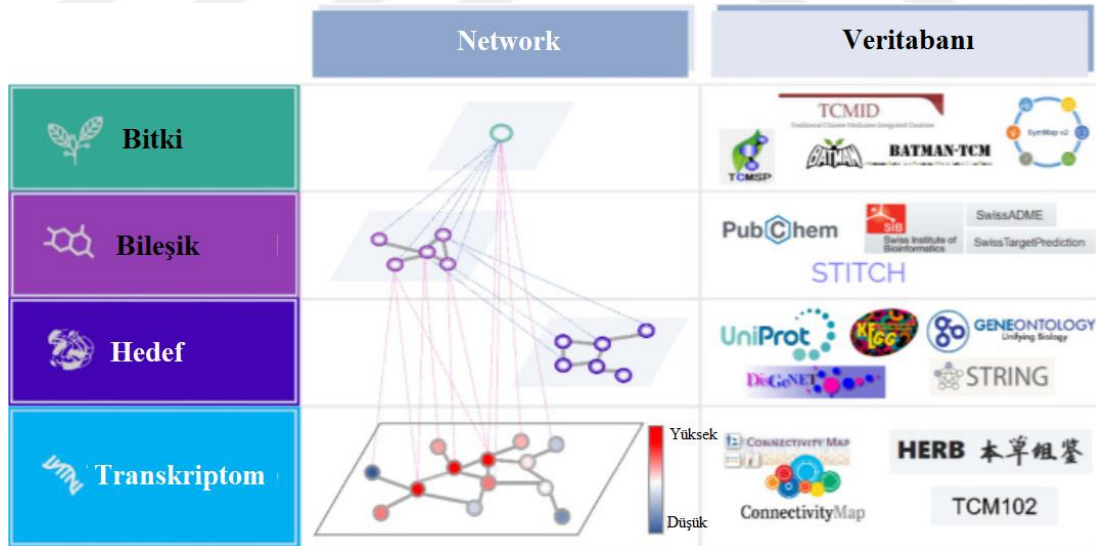
Kaynak: Shi vd., 2024

Hidrolize aronya özütünün HL60 hücre hattının çoklu ilaca dirençli alt dizilerinden HL60/VINC ve HL60/DOX üzerinde antilösemik olumlu etki sergilediği belirlenmiştir (Skupień vd., 2008).

Aronya özütünün SK-Hep1 insan hepatoma hücreleri üzerinde antikanser etki sergilediği, hücre proliferasyonunu önlediği ve de kanser hücrelerinin metastazını doza bağlı inhibe ettiği kanıtlamıştır (Thi ve Hwang, 2014).

2.8 Gelecek Araştırma Öngörülleri

Aronya gibi yeni tanınan meyve türleri özellikle yüksek antioksidatif özellikleri sebebiyle araştırmacıların ilgi odağı haline gelmektedir. Özellikle, antosiyaninler ve prosiyanidinler yüksek düzeydeki polifenolik bileşikler olarak oldukça önemli roller oynamaktadırlar. Polifenollerin içeriği meyvenin olgunluk düzeyine, yetiştirme bölgesine ve iklim koşullarına bağlıdır. Biyoyararlanımı düşük olmasına rağmen sağlık açısından olumlu metabolik süreçlere neden olabilmektedir (Şekil 2.12) (Juríková vd., 2017).



Şekil 2.12: Bitkisel Tıp Araştırmalarında Network Farmakoloji Kaynakları

Kaynak: Lee vd., 2022

Aronya meyvesi ve yan ürünlerine dair Ar-Ge çalışmaları artarak devam etmektedir. Bu meyvenin ve özütünün besin ve ilaç ürünleri olmak üzere besin katkılarına kadar çok sayıda alanda değerlendirilmesi mümkün görünmektedir. Özellikle, Japonya, Güney Kore ve diğer ülkelerde sektör aronya meyvesi ve özütüne olan talebini gün geçtikçe arttırmaktadır. Bu durum ise aronyanın pazar büyüklüğünün gelişeceğini göstermektedir (Shi vd., 2024).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

Araştırmada kullanılan aronya özütü ürünü market satış noktasından tedarik edilmiş ve ileri analiz aşamasına kadar +4 °C’de İZÜ Sabri Ülker Gıda Beslenme Araştırma Merkezi’nde saklanmıştır (Tablo 3.1, Tablo 3.2, Şekil 3.1).

Tablo 3.1: Aronya Özütü Ürün Etiket Bilgileri

Porsiyon (100 g)	Miktarı
Enerji (Kkal)	233
Yağ (g)	0.0
Doymuş Yağ (g)	0
Karbonhidrat (g)	57.8
Şekerler (g)	31.6
Protein (g)	0.7
Tuz (g)	0.01

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 3.1: Aronya Özütü Ürünü

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3.2: Aronya Özütü Biyoaktif Bileşikleri (mg/100 g)

Bileşik	Miktar / Birim (mg/100 g)
Toplam antosiyanin	460 SGE (TA)
Toplam polifenol	690 GAE (TA)
Toplam flavonoid	5.3 KE (TA)
Siyanidin-3-galaktozit	989 (TA)
Siyanidin-3-glikozit	38 (TA)
Siyanidin-3-arabinozit	399 (TA)
Siyanidin-3-ksilozit	52 (TA)
Kersetin	0.07 (TA)
Kersetin-3-galaktozit	30 (TA)
Kersetin-3-glikozit	27 (TA)
Kempferol	53 (TA)
Fenolik asit	669 (KA)
Kafeik asit	1411 (TA)
(-) Epikateşin	15 (KA)

SGE: Siyanidin-3-glikozit ekivalanı, GAE: gallik asit ekivalanı, KE: kateşin ekivalanı, KA: kuru ağırlık, TA: taze ağırlık

Kaynak: Özdemir ve Eroğlu Özkan, 2021

3.2 Yöntemler

3.2.1 Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) Tayini

3.2.1.1 Çözeltilerin Hazırlanışı

Oniki mg 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) (Sigma Aldrich D9132, Darmstad, Almanya), 300 ml metanolde (Merck 106009, Darmstad, Almanya) çözdürülerek DPPH solüsyonu hazırlanmıştır. Ekstraksiyon çözeltisi için %0,1 formik asit (Tekkim LB.TK.930264.25001, İstanbul, Türkiye) ve %75 metanol (Merck 106009) saf su ile hacmen tamamlanmıştır.

3.2.1.2 Örnek Hazırlama

Toplam Antioksidan Kapasite (TAK), DPPH (1,1-difenil-2 pikrilhidrazil) testi ile Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi (mmol TEAC/L) cinsinden hesaplanmıştır. DPPH testi Kumaran ve Karunakaran (2006) yöntemi izlenerek gerçekleştirilmiştir. Aronya özütü, 3.2.1.1’de hazırlanan ekstraksiyon çözeltisi ile ayrıldıktan sonra 3.000 rpm/10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örnekten 0,1 ml alınarak, üzerine 2 ml DPPH solüsyonu eklenmiştir. Kör numune için %80 metanol solüsyonundan 0,1 ml alınıp, üzerine 2 ml DPPH solüsyonu pipetlenmiştir. Karanlık ortamda 30 dk oda sıcaklığında, inkübasyon sonrası, karışımın absorbansı 517 nm dalgaboyunda UV spektrofotometre (Shimadzu UV-1700 UV-Vis, Japonya) ile ölçülmüştür.

3.2.2 *In vitro* Hücre Canlılık Testi (MTS)

In vitro hücre canlılık testi (MTS) Abdik (2022) çalışması izlenerek gerçekleştirilmiştir. Normal insan dermal fibroblast (NHDF) L929 ve HaCaT hücre hatları ile insan kolon kanseri hücre hatları HCT-116 ve HT-29, İZÜ Moleküler Biyoloji ve Genetik Departmanı hücre kültürü koleksiyonundan temin edilmiştir. Zamana bağlı (24. ve 48. saatler) hücre canlılığı (%) okumaları, BioTek 800 TS Elisa mikropleyt okuyucu (Agilent, Kaliforniya, ABD) kullanılarak 490 nm dalgaboyunda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, Microsoft Ofis Excel programına aktarılarak, ortalama, standart sapma, normalize ortalama ve normalize standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

3.2.3 Telomer Uzunluğu Testi

3.2.3.1 DNA Ekstraksiyonu

Doz ve zamana bağlı elde edilen L929, HaCaT, HCT-116 ve HT-29 hücre hatlarından, (Eurofins Genespin 5224400605, Hamburg, Almanya) DNA İzolasyon kiti talimatları izlenerek DNA izole edilmiştir. İlk olarak, oda sıcaklığında (18-25 °C) GENESpin Wash Buffer ve GENESpin Proteinase K reaktifleri hazırlanmıştır. Hücrelerden 0,2 g homojenize edilerek, 2 ml toplama tüpüne konulmuştur. Tüpün üzerine 65 °C’de 550 µl GENESpin Lysis Buffer

eklenmiş ve 15 sn vortekslenmiştir. Devamında, tüpe 10 µl GENESpin Proteinase K daha pipetlenerek, 2-3 sn daha homojenize edilmiştir. Homojenizasyon ertesini, tüp 65 °C/30 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda, tüp 10.000xg/10 dk santrifüj edilmiş ve 300 µl supernatant yeni bir tüpe aktarılmıştır. Üzerine 300 µl GENESpin Binding Buffer ve 300 µl etanol ilave edilerek, 30 sn daha vortekslenmiştir. Yeni bir toplama tüpüne GENESpin Column konularak, 700 µl miks tüpe aktarılmış ve 11.000xg/1 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj bitiminde, tüpteki berrak solüsyon atılmış, dipte kalan pellet yıkama ve kurutma işlemlerine alınmıştır. İlk olarak, 400 µl GENESpin Wash Buffer-1 ve 700 µl GENESpin Wash Buffer-2 GENESpin kolonuna pipetlenerek, 11.000xg/1 dk santrifüjlenmiştir. Sonrasında, 200 µl GENESpin Wash Buffer-2 GENESpin kolonuna aktarılmış, 11.000xg/2 dk santrifüjlenmiş ve supernatant kısım atılmıştır. 1,5 ml santrifüj tüpüne GENESpin Column yerleştirilerek, içine 70 °C'deki 100 µl GENESpin Elution çözeltisi pipetlenmiş ve oda koşullarında 5 dk beklemeye bırakılmıştır. İnkübasyon bitiminde, tüp DNA izole edebilmek için 11.000xg/1 dk santrifüjlenmiştir. DNA izolatları -20 °C'ye ileri analizler için kaldırılmıştır (Eurofins, 2018).

3.2.3.2 Telomer Uzunluğu (TEL) Tayini

DNA izolatların telomer uzunluğu (TEL) Absolute Human Telomere Length Quantification qPCR Assay Kit (ScienCell Research Laboratories 8918, Kaliforniya, ABD) talimatları izlenerek yapılmıştır (ScienCell Research Laboratories, 2024). Oda sıcaklığına getirilmiş vialler 1.500xg/1 dk santrifüj edilmiştir. Viallere telomer primer stok solüsyonu hazırlamak için 200 µl nuclease-free H₂O konulmuştur. Alikotlar, -20 °C'de dondurucuya kaldırılmıştır. Referans Tek Kopya (Single Copy Reference, SCR) primer setine 200 µl nuclease-free H₂O pipetlenmiş ve -20 °C'de saklanmıştır. Referans tek kopya ve izole edilen hücre DNA'ları için telomer primer stok solüsyonu ve SCR primer stok solüsyonu ile olmak üzere iki adet 20 µl qPCR reaksiyonu hazırlanmıştır. qPCR reaksiyon kuyucukları kapatılmış ve 1.500xg/15 sn santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonunda BioRad qPCR (Kaliforniya, ABD) cihazı ile DNA amplifikasyonu yapılmıştır (Tablo 3.3).

Tablo 3.5: Telomer Uzunluğu (TEL) DNA Amplifikasyonu Koşulları

İşlem	Sıcaklık	Süre	Döngü Sayısı
İlk denatürasyon	95 °C	10 dk	1
Denatürasyon	95 °C	20 sn	32
Bağlanma	52 °C	20 sn	
Uzama	72 °C	45 sn	
Bekletme	20 °C	-	1

Kaynak: ScienCell, 2024

Örnek DNA ve referans tek kopya DNA TEL değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır:

Telomer için:

$$\Delta Cq (\text{TEL}) = Cq (\text{TEL, DNA izolatı}) - Cq (\text{TEL, referans DNA}) \quad (1)$$

Referans tekli kopya (SCR) için:

$$\Delta Cq (\text{SCR}) = Cq (\text{SCR, DNA izolatı}) - Cq (\text{SCR, referans DNA}) \quad (2)$$

$$\Delta \Delta Cq = \Delta Cq (\text{TEL}) - \Delta Cq (\text{SCR}) \quad (3)$$

$$\text{Örnek DNA ve referans DNA rölatif telomer uzunluğu (fold)} = 2^{-\Delta \Delta Cq} \quad (4)$$

$$\text{Örnek DNA telomer uzunluğu} = \text{Referans DNA telomer uzunluğu} \times 2^{-\Delta \Delta Cq} \quad (5)$$

$\Delta Cq (\text{TEL})$: Telomer kantifikasyon döngü sayısı farkı

Cq : Kantifikasyon (Niceleme) döngüsü

$\Delta Cq (\text{SCR})$: Tek kopya kantifikasyon döngü sayısı farkı

$\Delta \Delta Cq$: TEL ve SCR kantifikasyon döngü sayısı farkı

3.2.4 İstatistik Değerlendirme

Aronya özütü uygulanmış L929, HaCaT, HCT-116 ve HT-29 hücre hatlarının hücre canlılıkları (%) ve TEL değerleri arasındaki ilişki t-testi ile analiz edilmiştir

($p < 0.05$). İstatistik analiz SPSS 20 (IBM Corporation, NY, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1 Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) Bulguları

Aronya özütünün TAK değeri Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi (mmol TEAC/l) olarak hesaplanmıştır. Özütün TAK değeri, 1087 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

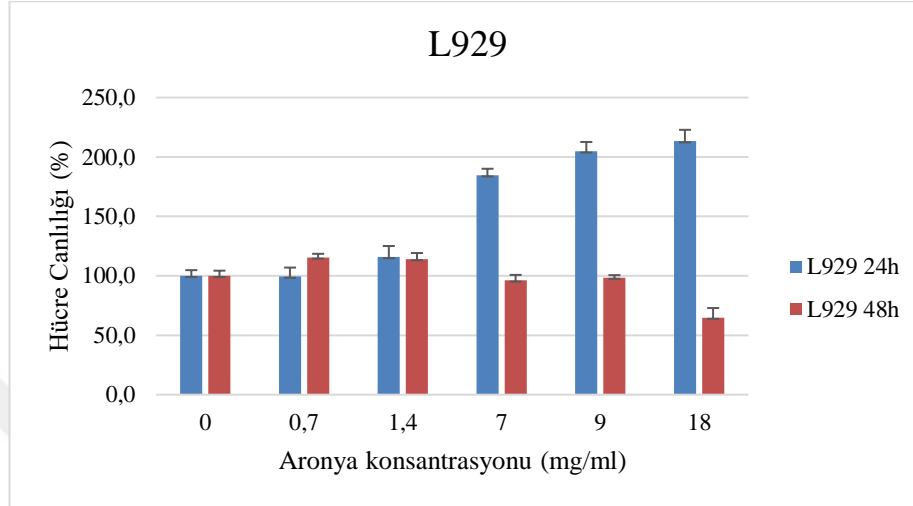
4.2 Hücre Canlılığı (MTS) Bulguları

Aronya özütünün fibroblast L929, keratinosid HaCaT, kolon kanseri HCT-116 ve HT-29 hücre hatları üzerinde zamana (24.saat ve 48.saat) ve aronya sıvı özütü dozuna (0,7, 1,4, 7, 9 ve 18 mg/ml) bağlı hücre canlılığına (%) etkisi *in vitro* MTS testi ile değerlendirilmiştir. Yöntemde açıklandığı gibi, 96 kuyucuklu pleytlere ekilen hücrelere belli konsantrasyonlarda (0,7, 1,4, 7, 9 ve 18 mg/ml) aronya özütü içeren medya uygulanmıştır. Pleytler 24. ve 48. saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda, hücre canlılığı (%) üzerindeki etkileri MTS testi ile değerlendirilmiştir (Tablo 4.1, Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4, Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6).

Tablo 4.1: L929 Hücre Hattında 24. ve 48. Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama \pm Standart Sapma)

Doz (mg/ml)	Kontrol	0.7	1.4	7	9	18	
24.saat							
Örnek	Hücre Canlılığı (%)						
Aronya Özütü	Medyan	100.0	99.3	115.9	184.6	204.7	213.3
	\pm Ss	4.8	7.6	9.2	5.4	7.9	9.6
48.saat							
Aronya Özütü	Medyan	100.0	115.5	114.0	96.1	98.5	64.8
	\pm Ss	4.4	3.1	5.1	4.7	2.1	8.1

24 saat inkübe edilen L929 hücrelerin canlılığında, 7, 9 ve 18 mg/ml aronya özütü dozlarında sırasıyla; %184,6 ± 5,4, %204,7 ± 7,9 ve %213,3 ± 9,6 artış görülmüştür. 48 saat inkübe edilen L929 hücrelerin canlılığında ise aronya özütünün 18 mg/ml dozunda %64,8 ± 8,1 oranında canlılıkta düşüş belirlenmiştir (Tablo 4.1, Şekil 4.1).



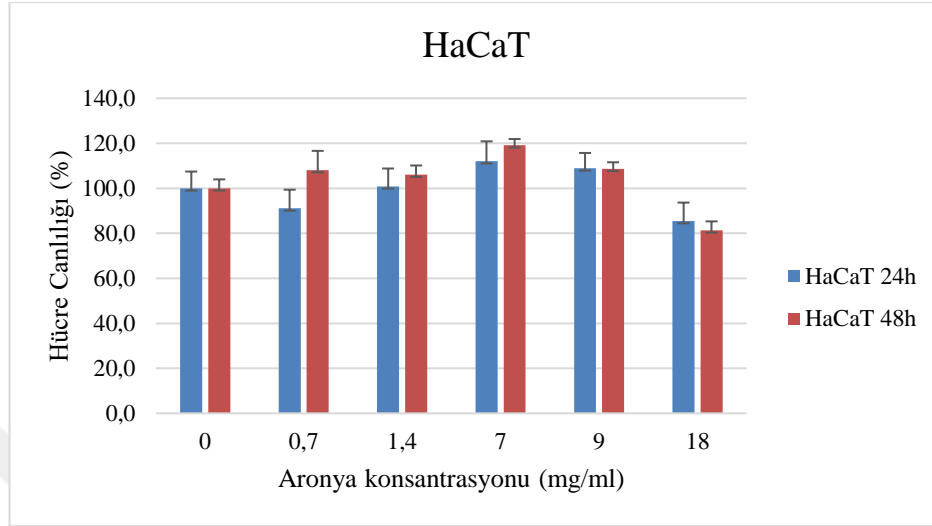
Şekil 4.2: L929 Hücre Hattı Aronya Özütü, 24-48 Saat MTS Sonuçları. Tek yönlü ANOVA, Tukey Post Hoc Testi Kontrol ve Örnekler Deney Grubu, Gruplararası Karşılaştırma, *p < 0.05

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.2: HaCaT Hücre Hattında 24 ve 48 Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama ± Standart Sapma)

Doz (mg/ml)	Kontrol	0.7	1.4	7	9	18	
24.saat							
Örnek	Hücre Canlılığı (%)						
Aronya Özütü	Medyan	100.0	91.1	100.9	112.1	108.9	85.5
	±Ss	7.5	8.3	7.9	8.8	6.8	8.2
48.saat							
Aronya Özütü	Medyan	100.0	108.1	106.1	119.1	108.7	81.3
	±Ss	4.0	8.5	4.1	2.8	2.9	4.0

24 saat inkübe edilen HaCaT hücrelerin canlılığında anlamlı bir değişim görülmemiştir. Ancak, 7 mg/ml aronya özütü dozunda 48 saat inkübe edilen HaCaT hücrelerin canlılığında $119,1 \pm 2,8$ artış belirlenmiştir (Tablo 4.2, Şekil 4.2).



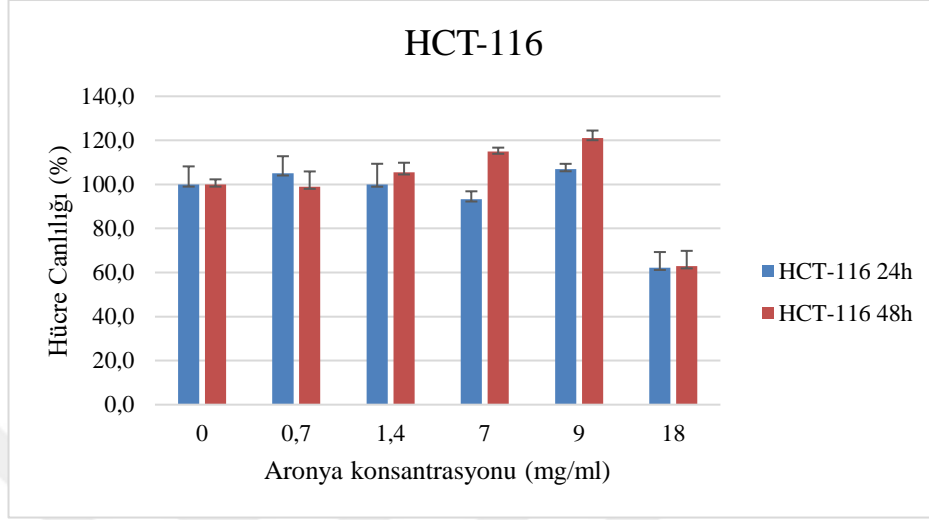
Şekil 4.2: HaCaT Hücre Hattı Aronya Özütü, 24-48 Saat MTS Sonuçları. Tek yönlü ANOVA, Tukey Post Hoc Testi Kontrol ve Örnekler Deney Grubu, Gruplararası Karşılaştırma, *p < 0.05

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.3: HCT-116 Hücre Hattında 24 ve 48 Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama \pm Standart Sapma)

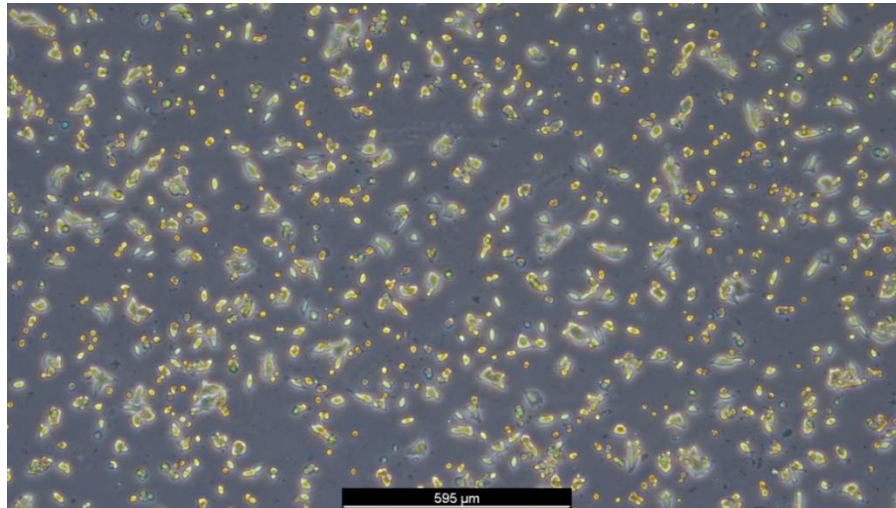
Doz (mg/ml)		Kontrol	0.7	1.4	7	9	18
24.saat							
Örnek		Hücre Canlılığı (%)					
Aronya Özütü	Medyan	100.0	105.0	100.0	93.2	107.0	62.2
	\pm Ss	8.2	7.8	9.4	3.6	2.4	7.1
48.saat							
Aronya Özütü	Medyan	100.0	99.0	105.5	114.9	121.1	62.9
	\pm Ss	2.3	6.9	4.3	1.8	3.4	6.9

24 saat inkübe edilen insan kolon kanseri HCT-116 hücrelerin canlılığında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Diğer taraftan, 48 saat inkübe edilen ve 18 mg/ml aronya özütü dozunda hücrelerin canlılığında $62,9 \pm 6,9$ düşüş tespit edilmiştir (Şekil 4.3, Şekil 4.4).



Şekil 4.3: HCT-116 Hücre Hattı Aronya Özütü, 24-48 Saat MTS Sonuçları. Tek yönlü ANOVA, Tukey Post Hoc Testi Kontrol ve Örnekler Deney Grubu, Gruplararası Karşılaştırma, *p < 0.05

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

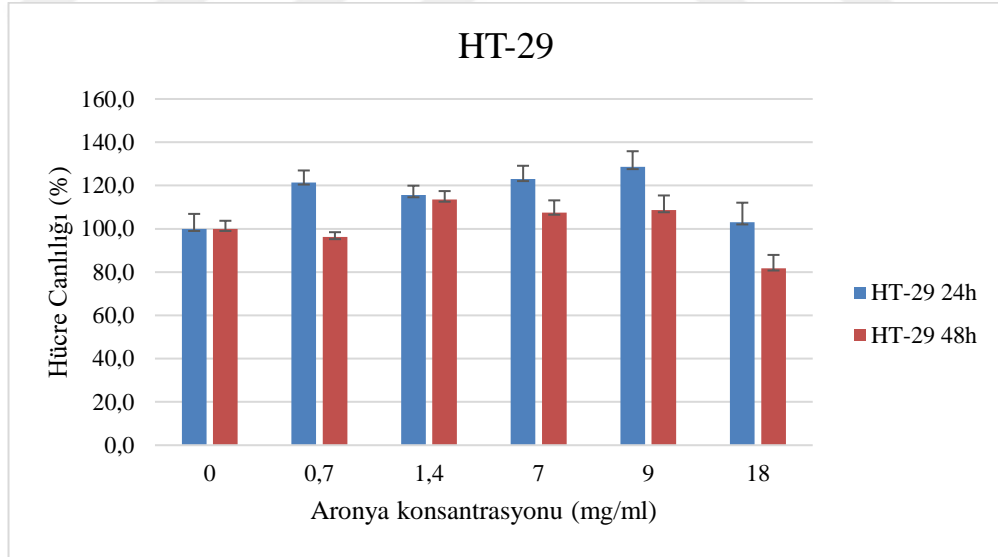


Şekil 4.4: HCT-116 Mikroskop Görüntüsü Tablo 4.4: HT-29 Hücre Hattında 24 ve 48 Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama \pm Standart Sapma)

Tablo 4.3: HT-29 Hücre Hattında 24 ve 48 Saat Sürelerle Aronya Özütü Uygulamasının Hücre Canlılığına (HC) Etkisi (Veriler; % Canlılık Ortalama \pm Standart Sapma)

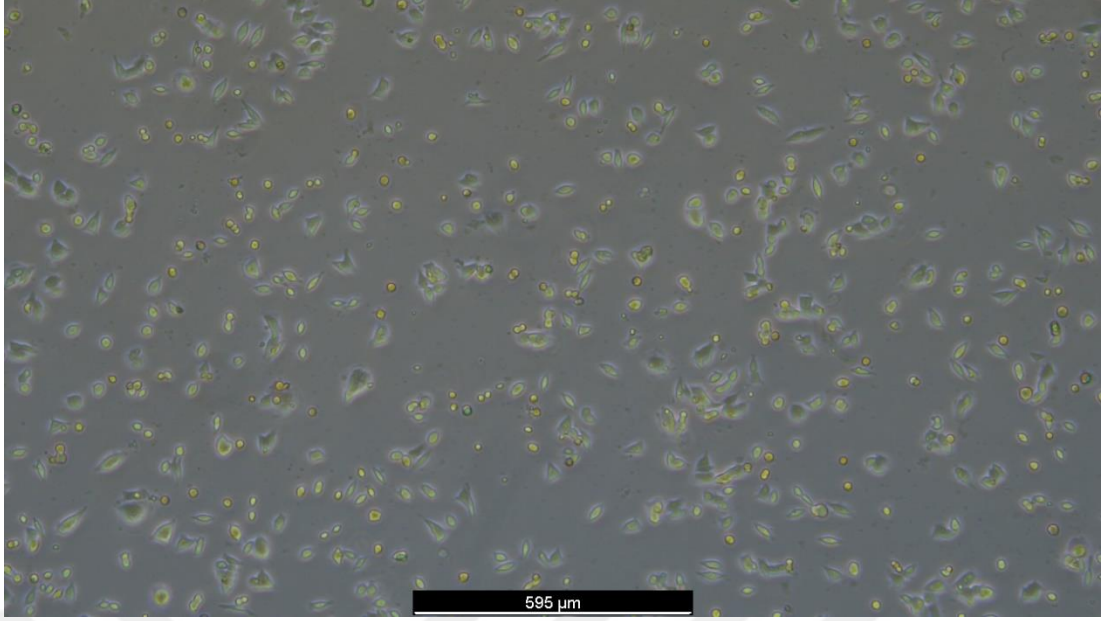
Doz (mg/ml)		Kontrol	0.7	1.4	7	9	18
24.saat							
Örnek	Hücre Canlılığı (%)						
Aronya	Medyan	100.0	121.5	115.6	123.1	128.6	103.0
Özütü	\pm Ss	6.9	5.5	4.4	6.1	7.3	9.0
48.saat							
Aronya	Medyan	100.0	96.2	113.5	107.5	108.7	81.7
Özütü	\pm Ss	3.7	2.2	3.9	5.6	6.7	6.2

24 saat inkübe edilen HT-29 hücrelerin canlılığında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Ancak, 48 saat inkübe edilen ve 18 mg/ml aronya özütü dozunda, insan kolon kanseri HT-29 hücre canlılığında $\%81,7 \pm 6,2$ azalış olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5, Şekil 4.6).



Şekil 4.5: HT-29 Hücre Hattı Aronya Özütü, 24-48 Saat MTS Sonuçları. Tek yönlü ANOVA, Tukey Post Hoc Testi Kontrol ve Örnekler Deney Grubu, Gruplararası Karşılaştırma, *p < 0.05

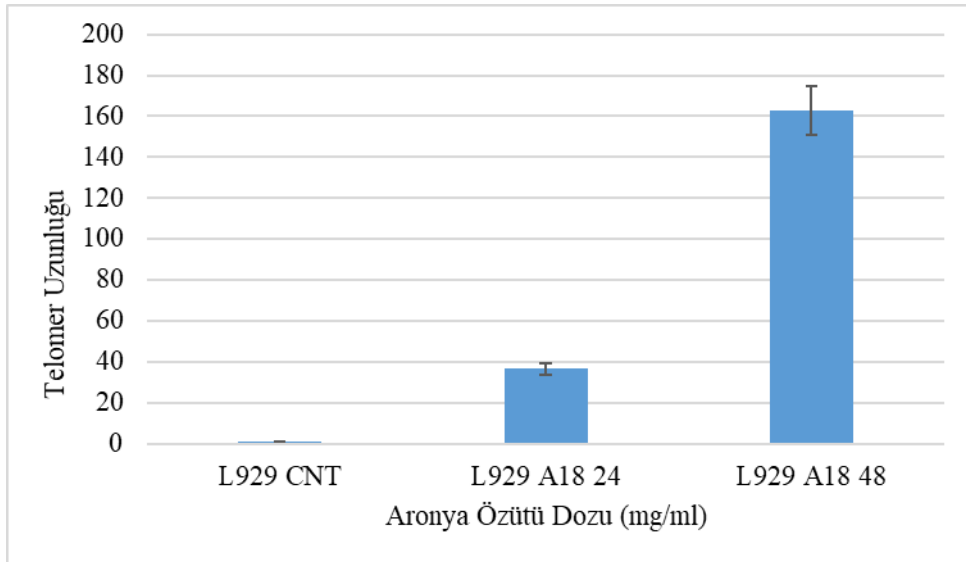
Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 4.6: HT-29 Mikroskop Görüntüsü

4.3 Telomer Uzunluğu Bulguları

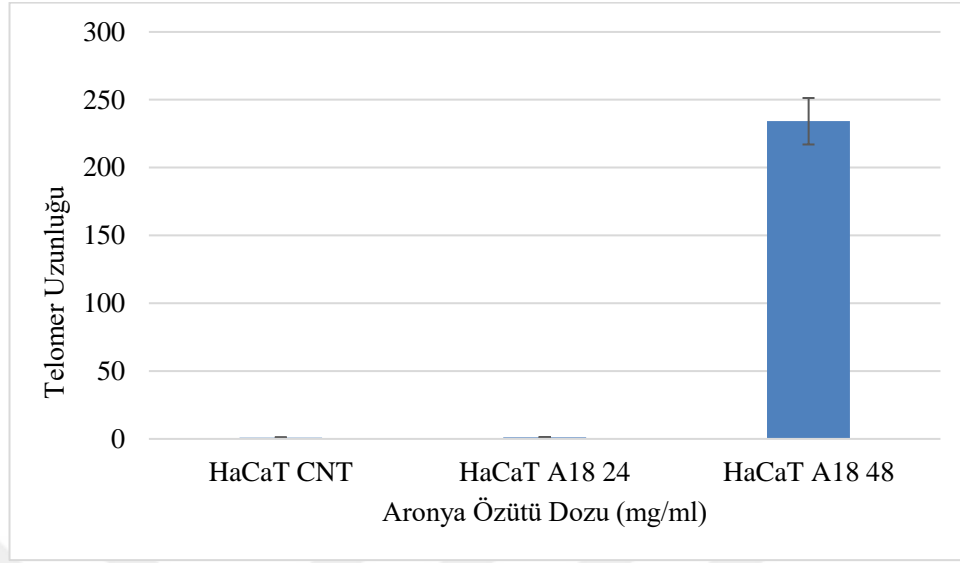
L929 TEL değerinde 48. saatte, 18 mg/ml aronya özütü dozunda (A18 48) %162,6 kat artış belirlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: L929 Telomer Uzunluğu Değişimi (18 mg/ml ve 48.s)

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

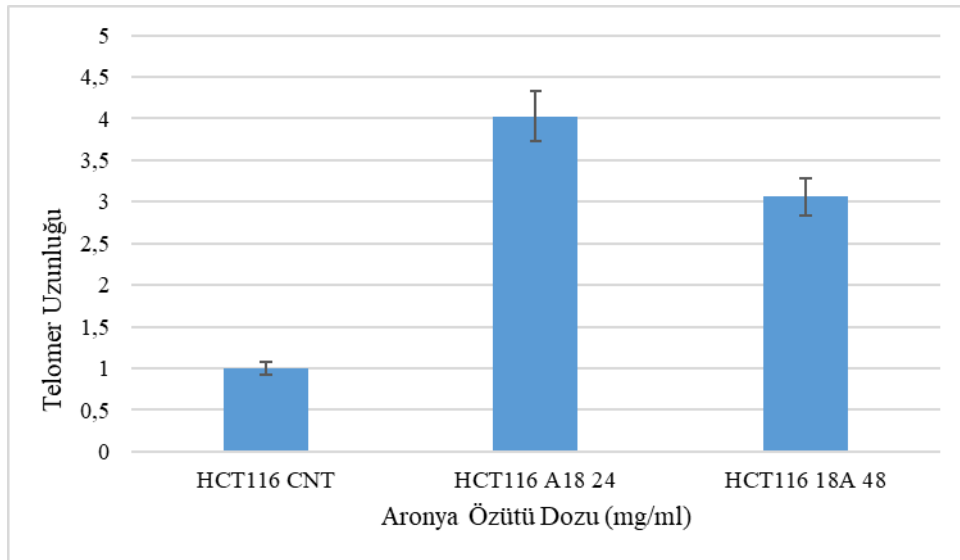
HaCaT TEL değerinde 48. saatte 18 mg/ml aronya özütü dozunda (A18 48) %234,2 katı artış tespit edilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: HaCaT Hücre Telomer Uzunluğu Değişimi (18 mg/ml ve 48.s)

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

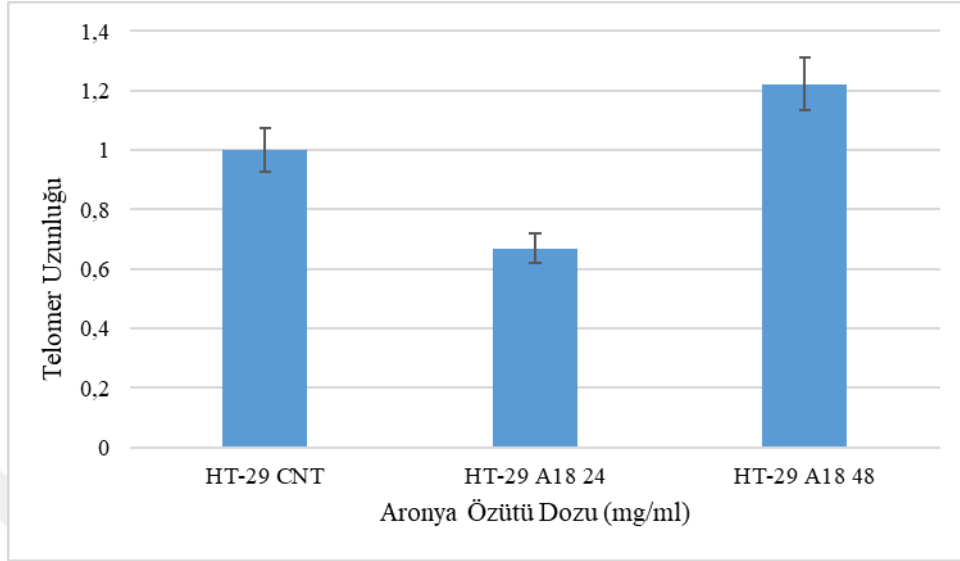
İnsan kolon kanseri hücre hattı HCT-116 TEL değerinde 24. saatte 18 mg/ml aronya özütü dozunda %25 azalış saptanmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9: HCT-116 Hücre Telomer Uzunluğu Değişimi (18 mg/ml ve 24.s)

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

HT-29 hücre hattı telomer uzunluğu (TEL) 48. saatte 18 mg/ml aronya özütü dozunda %33 azalış tespit edilmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: HT-29 Hücre Telomer Uzunluğu Değişimi (18 mg/ml ve 48.s)

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4 İstatistik Bulgular

Aronya özütünün L929, HaCaT, HCT-116 ve HT-29 hücre hatları canlılıkları (%) ve TEL değerleri arasındaki ilişki t-testi ile analiz edilmiştir ($p < 0.05$). L929 ($p = 0.0002$), HaCaT ($p = 0.0004$), HCT-116 ($p = 0.006$) ve HT-29 ($p = 0.002$) hücre hatları MTS hücre canlılık oranları (%) ve TEL artış değerleri arasında anlamlı ilişki saptanmıştır ($p < 0.05$).

BEŞİNCİ BÖLÜM

DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, aronya sıvı özütünün antioksidan ve sitotoksik etkileri incelenmiştir. Bulgulara göre, özütün TAK değeri 1087 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

MTS hücre canlılığı testi sırasıyla, L929 fibroblast hücre hattında %213,3 (24.saat/18 mg/ml doz) ve HaCaT keratinosid hücre hattında %119,1 (48.saat/7 mg/ml doz) artış tespit edilirken; diğer taraftan, HCT-116 ve HT-29 kolon kanseri hücre hatlarında ise sırasıyla, %62,9 ve %81,7 (48.saat/18 mg/ml doz) azalış gözlemlenmiŐtir.

TEL qPCR analizi, L929 ve HaCaT hücrelerinde sırasıyla, %162,6 ve %234,2 kat (48. saat/18 mg/ml doz) artış, kolon kanseri hücreleri HCT-116 ve HT-29 ise %25 ve %33 (24. saat/18 mg/ml doz) azalış olduğunu ortaya koymuştur.

Özetle, aronya özütünün moleküler yolakları etkileme mekanizmasının ileri moleküler tabanlı yöntemler ile araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

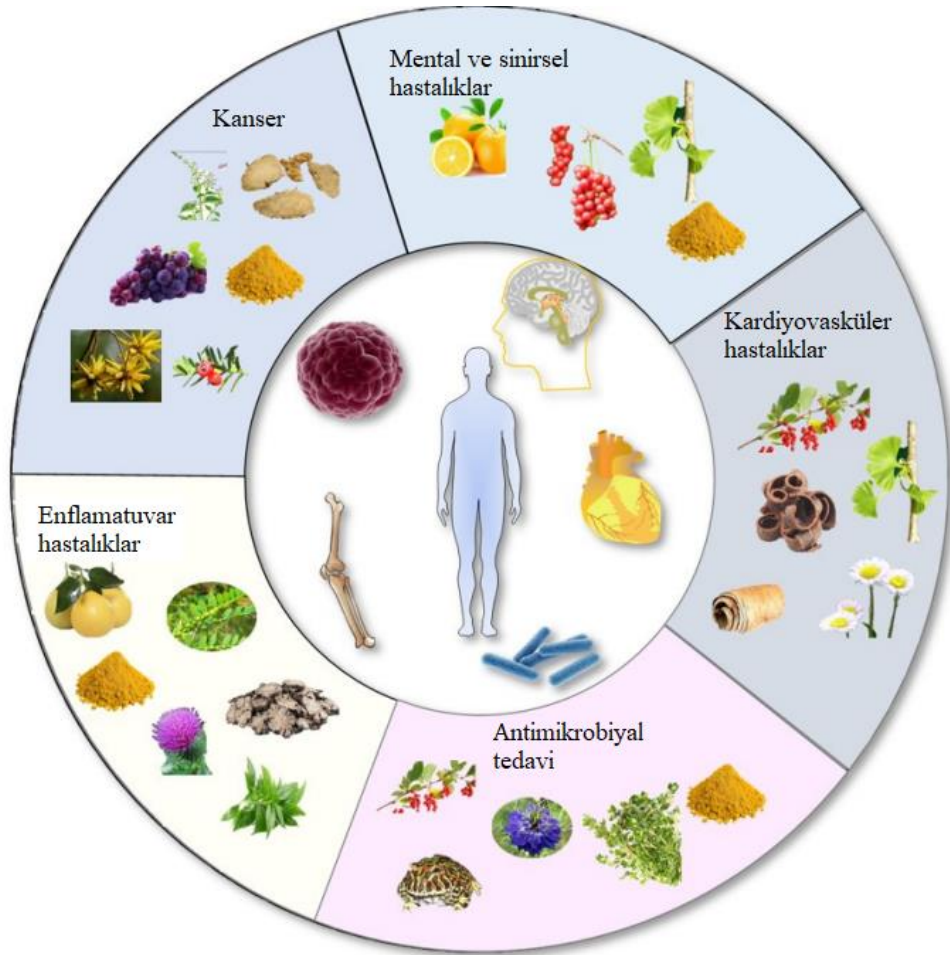
5.1 Tartışma

Son yıllarda bitkisel ekstraktlar ve biyoaktif bileşikleri fonksiyonel besinlerde, farmasötik ve kozmetik preparatların formülasyonlarında sentetik antioksidanların yerini giderek daha fazla almaya baŐlamıŐtır. Bunun temelinde ise kullanımı sınırlı olması gereken sentetik bileşenlerin yerini alacak bitkisel kaynaklı ingrediyeentlere karşı artan pazar talebi bulunmaktadır (Cvetkovi vd., 2018; Kim vd., 2023).

Çeşitli bitkisel kaynaklı bileşiklerin biyoaktivitesi ve kimyasal karakterizasyonu üzerine yapılan araştırmalar bilimsel önem taŐımaktadır. Biyoaktif bileşikler bitkinin hemen her anatomik kısmında bulunmaktadır. Öte yandan, Dünya üzerinde çok çeşitli bitki türlerinin varlığı geleneksel ve halk hekimliği uygulamalarında kullanılmaktadır. Bilim dünyası bu geleneksel mirası ve

öğretileri endüstrinin farklı alanlarında değerlendirmeye çalışmaktadır (Şekil 5.1) (Ferlemi ve Lamari, 2016; Guo vd., 2023).

Aronya meyvesi, çok sayıda *in vitro* ve *in vivo* deney ile kanıtlanmış zengin antioksidan polifenolik bileşiklerin kaynağıdır. Farklı etki mekanizmaları yoluyla çeşitli radikal türlerinin aktivitesini engelleme potansiyeline sahiptir. Aronya meyvesinin zengin antioksidan içeriğinden, antimikrobiyal tedavide, kardiyovasküler hastalıklar, kanser, enflamatuvar hastalıklar ile mental/sinirsel rahatsızlıkların tedavilerini destekleyici amaçlı faydalanılmaktadır (Şekil 5.1) (Kulling ve Rawel, 2008; Guo vd., 2023).



Şekil 5.1: Bitkisel Tedavi Alanları

Kaynak: Guo vd., 2023

Bu araştırmada, aronya meyvesinden elde edilen ve piyasada satılan sıvı özütün toplam antioksidan kapasitesi ve sağlıklı dermal hücre hatları L929 ve HaCaT ile insan kolon kanseri hücreleri HCT-116 ve HT-29 üzerindeki sitotoksik etkileri incelenmiştir. Bulgular, aronya meyvesinin yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu, dermal hücrelerde canlılık artırıcı ve kanser hücrelerinde ise baskılayıcı davranış sergilediğini ortaya koymuştur.

Aronia meyvesi, Sibirya ve Amerika yerlileri tarafından, bilişsel işlevleri arttıran ve bazı yaralanmaları (kemik) tedavide kullanılan ve gençlik iksiri olarak adlandırılan bir tür çalı bitkisi meyvesidir. Güç verdiğine inanılarak özellikle hamile kadınlara verilmiştir. Ayrıca, eski dönemlerde, aronya yaprağından anti-enflamatuar (Brunelle vd., 2024), antiviral (Costea vd., 2016), antibakteriyel (Long vd., 2024) ve anti-proliferatif (Cvetanović vd., 2018) amaçlı faydalanılmıştır.

Aronya meyvesinin yüksek fenolik bileşikleri ve klorojenik asit içeriği antioksidan özelliğini öne çıkarmaktadır. Bu bağlamda, taze aronya meyvesi diğer meyvelere (yaban mersini, kızcılık vd.) ile kırmızı şaraba kıyasla sağlık açasından daha etkili ve olumlu sonuçlar verebilmektedir (Wu vd., 2004; Kaloudi vd., 2022).

Polonya'nın üç farklı bölgesinden iki yıl süresince toplanan aronya meyvesi örneklerinde kemometrik teknik ile antioksidan bileşiklerin taraması gerçekteştirilmiştir. Bulgular, antioksidanca en etkili maddenin klorojenik asit olduğunu, radikal süpürme aktivitesi ile klorojenik asit düzeyi arasında pozitif yönde güçlü korelasyon olduğunu göstermiştir (Dobros vd., 2024).

Bir diđer çalıřmada ise, aronya meyvesi özütünün, DPPH, hidroksil, süperoksit anyonu ve nitrik oksite karřı antioksidatif aktivite gösterdiđi ve lipid oksidasyonunu inhibe ettiđi tespit edilmiřtir (Najda ve Łabuda, 2013).

Benzer şekilde, aronyanın 'Viking', 'Aron' ve 'Cleata' çeşitlerinin de DPPH radikalini etkisiz hale getirdiği rapor edilmiştir (Viskelić vd., 2010). Çalışmalar, aronya ve polifenolik bileşiklerinin günlük diyete dahil edilmesinin sağlık açasından faydalarını ortaya koymuştur.

İnsan sağlığını geliştirici birçok özelliğinin yanı sıra, karmaşık moleküller arası etkileşimleri nedeniyle etki mekanizmalarının anlaşılması için daha fazla sayıda

araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır (Kulling ve Rawel, 2008). Özetle, bu çalışma, aronya özütü, antioksidan kapasitesi ve *in vitro* sitotoksik etkilerini incelemiş olması sebebiyle literatüre katkıda bulunmuştur.

Bu araştırmada, aronya özütünün TAK değeri Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi (mmol TEAC/l) olarak hesaplanmıştır ve özütün TAK değeri 1087 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Literatürde aronya meyvesi özütü ve antioksidan kapasitesini belirlemeye dönük çalışmalar bulunmaktadır. Bir araştırmada, aronya meyvesi özütünde polifenolik bileşiklerin %66'sına karşılık gelen (-) epikateşinin baskın olduğu, özütün TAK değerinin ise ortalama 1578,79 mg/100 g (km) tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca, antosiyaninlerin toplam fenolik bileşiklerin %25'ini teşkil ettiği ifade edilmiştir (Oszmiański & Wojdylo, 2005; Bushmeleva vd., 2023). Tolić vd. (2015), taze aronya meyve örneklerinden elde ettikleri özütlerin TAK aralığını 13,50 to 68,60 mmol/100 g (km), Duysak vd. (2024), 125 ila 500 g/ml derişiminde hazırladıkları özütlerde en yüksek radikal süpürme aktivitesini 500 g/ml konsantrasyonunda %84 oranında ve TAK aralığını ise 8,7 ila 67,4 µg/ml, Zawada (2019), 100 mmol Trolox/100 g (km), Valcheva-Kuzmanova vd. (2007), 63 mM ve Sasmaz vd. (2024) ise 8975 ila 11758 µmol Trolox/100 g olarak tespit etmişlerdir. Bir diğer araştırma ise, aronya meyvesi özütü TAK değerini 127,45 ila 314,05 µM Trolox/100 g (km) aralığında bildirmiştir (Jurendić & Šćetar, 2021). Bu çalışmada, ölçülen aronya meyvesi özütü TAK değeri (1087 mg/100 g km) Ulusal ve Uluslararası literatür bulguları ile örtüşmektedir.

Bu araştırmada, aronya meyve özütünün L929 ve HaCaT fibroblast/keratinosid hücre hatları ile HCT-116 ve HT-29 kolon kanseri hücre hatları üzerindeki sitotoksik etkisi *in vitro* MTS testi ile belirlenmiştir. Buna göre, L929 hücre hattında %213,3 (24.saat/18 mg/ml doz) ve HaCaT hücre hattında %119,1 (48.saat/7 mg/ml doz) artış görülmüştür. Diğer taraftan, HCT-116 ve HT-29 insan kolon kanseri hücre hatlarında ise sırasıyla %62,9 ve %81,7 (48.saat/18 mg/ml doz) hücre canlılığı oranında azalış olduğu belirlenmiştir.

In vitro sitotoksik testlerde, hücre hatları olarak, L929 fibroblast hücre hattı (oksidatif stres kaynaklı sitotoksikite için) (Çınar, 2020), keratinosid HaCaT hücre hattı (insan derisi biyolojisi ve patolojisi mekanizmalarını *in vitro*

araştırmak için) (Şahin vd., 2023) ve insan kolon kanser hücre hatları HCT-116 ve HT-29 (Tuncer vd., 2023) kullanılmıştır.

Literatürde aronya meyvesi ve özütünün sitotoksik etkilerine dair çalışmalar bulunmaktadır Owczarek vd. (2022), aronya özütünün HT-29 kolon kanseri hücreleri üzerinde güçlü sitotoksik etki gösterdiğini ve hücre canlılığında %50 azalışa yol açtığını belirlemiştir. Efenberger-Szmechtyk vd. (2020), benzer antikanserojen etkiyi insan kolon adenokarsinoma hücresi Caco-2 üzerinde göstermişlerdir. Bir diğer araştırmada, Kim vd. (2023), aronya özütü uyguladıkları A549, HeLa, Hep3B ve MCF7 hücrelerinde benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Bulguları, aronya özütünün 100, 200, 300, 400 ve 500 µg/ml konsantrasyonları arasında 500 µg/ml dozunun özellikle HeLa hücrelerinde %80 oranında inhibe edici olduğunu göstermiştir. Caliskan vd. (2023), 50-750 µg/ml aronya özütü derişimlerine 48 saat maruz bırakılan HT-29 hücrelerinde en yüksek inhibisyonun 186 µg/ml dozunda canlılığı %50 düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Bu çalışmada ise, 18 mg/ml doz ve 48.saat sonunda aronya özütünün, HCT-116 ve HT-29 insan kolon kanseri hücre hatlarında sırasıyla %62,9 ve %81,7 oranlarında hücre canlılıklarını düşürdüğü ve antikanserojen etki gösterdiği anlaşılmıştır. Elde edilen bulgular literatürde yer alan diğer araştırmaların sonuçları ile örtüşmektedir. Tokusoglu (2019), aronya özütünün özellikle antikanserojen özelliğini, antioksidan bileşiklerce zengin olmasına bağlamıştır.

Bu çalışmada, qPCR tekniği ile sitotoksik MTS analizinden elde edilen hücrelerin DNA izolatlarındaki TEL aktivitesi incelenmiştir. Bulgular, aronya özütünün L929 ve HaCaT hücrelerinde sırasıyla, %162,6 ve %234,2 kat (48. saat/18 mg/ml doz) artış, kolon kanseri hücreleri HCT-116 ve HT-29 ise %25 ve %33 (24. saat/18 mg/ml doz) azalışa yol açtığını göstermiştir.

Literatürde aronya meyvesi ve özütünün TEL aktivasyonu ya da inhibisyonu üzerinde etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Parzonko vd. (2015), aronya özütünün endotelial progenitör hücrelerin aterosklerozis ve plak oluşumuna karşı koruyucu etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar, 1–25 µg/ml doz aralığında uygulanan aronya özütünün anjiyotensin II kodlayan genin TEL uzunlupunu kısaltarak baskıladığını göstermiştir. Bir diğer araştırmada ise, Zhao vd. (2021), haftada üç gün/oniki hafta süresince intraperitoneal 200 mg/kg aronya özütü verilen yaşlandırılmış farelerde, beyin dokusu hasarını ve yapısal

bozukluğu terine çevirdiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmada, elde edilen bulgular literatür bulguları ile benzerlik göstermektedir. Aronya özüünün, L929 ($p=0.0002$), HaCaT ($p=0.0004$), HCT-116 ($p=0.006$) ve HT-29 ($p=0.002$) hücre hatları MTS hücre canlılık oranları (%) ve TEL artış değerleri arasında anlamlı ilişki saptanmıştır ($p<0.05$).



SONUÇ

Bu çalışmada, aronya sıvı özütünün antioksidan ve sitotoksik etkileri *in vitro* ve moleküler tabanlı teknikler etkileri incelenmiştir. Özetle, aronya özütünün moleküler yolakları nasıl etkilediğini belirleyebilmek için moleküler tabanlı yöntemler ile araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Bu noktadan hareketle, elde edilen bulgulardan yola çıkarak aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

- Aronya meyvesi ve benzer yaban meyvelerin ilerleyen dönemlerde artarak tüketileceği dikkate alınarak, nütrisyonel kalitelerinin ve sağlık etkilerinin daha geniş kapsamlı çalışılması gerekmektedir.
- Bu alanda regülasyonlarda yer alan boşlukların bilimsel verilere dayanarak giderilmesi önem kazanmaktadır.
- Aronya özütü ve yan ürünlerinin üretim teknolojilerinin geliştirilmesi önemlidir.
- Fitokimyasallar hakkında ilgili bilim dallarında özellikle lisansüstü araştırmalar özendirilmelidir.
- Bu gibi ürünleri üreten, ithal ve ihraç eden firmalar bilimsel iş birliği için teşvik edilmeli ve akademik destek sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Adisakwattana, S., Yibchok-Anun, S., Charoenlertkul, P., & Wongsasiripat, N. (2011). Cyanidin-3-rutinoside alleviates postprandial hyperglycemia and its synergism with acarbose by inhibition of intestinal α -glucosidase. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 49(1): 36–41.
- Banjari, I., Misir, A., Šavikin, K., Jokić, S., Molnar, M., De Zoysa, H., & Waisundara, V. Y. (2017). Antidiabetic Effects of *Aronia melanocarpa* and Its Other Therapeutic Properties. *Frontiers in Nutrition*, 4: 53.
- Banu, I., Vasilean, I., & Aprodu, I. (2010). Effect of Lactic Fermentation on Antioxidant Capacity of Rye Sourdough and Bread. *Food Science and Technology Research*, 16(6): 571–576.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., & Sapirstein, H. D. (2005). Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions. *Cereal Chemistry*, 82(4): 390–393.
- Bijak, M., Bobrowski, M., Borowiecka, M., Podsędek, A., Golański, J., & Nowak, P. (2011). Anticoagulant effect of polyphenols-rich extracts from black chokeberry and grape seeds. *Fitoterapia*, 82(6): 811–817.
- Borowska, S., & Brzóška, M. M. (2016). 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. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(6): 982–1017.
- Bräunlich, M., Slimestad, R., Wangensteen, H., Brede, C., Malterud, K. E., & Barsett, H. (2013). Extracts, Anthocyanins and Procyanidins from *Aronia melanocarpa* as Radical Scavengers and Enzyme Inhibitors. *Nutrients*, 5(3): 663–678.

- Brunelle, D. C., Larson, K. J., Bundy, A., Roemmich, J. N., Warne, D., & Redvers, N. (2024). Chokeberry reduces inflammation in human preadipocytes. *Journal of functional foods*, 112: 105947.
- Bushmeleva, K., Vyshtakalyuk, A., Terenzhev, D., Belov, T., Nikitin, E., & Zobov, V. (2023). *Aronia melanocarpa* Flavonol Extract-Antiradical and Immunomodulating Activities Analysis. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(16): 2976.
- Caliskan, Z., Yucel, M. F., Celikok, Y., Guler, V., & 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.
- Ciociu, M., Bădescu, L., Miron, A., & Bădescu, M. C. (2013). The involvement of a Polyphenol-Rich extract of black chokeberry in oxidative stress on experimental arterial hypertension. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2013: 1–8.
- Costea, T., Lupu, A. R., Vlase, L., Nencu, I., & Gird, C. E. (2016). Phenolic content and antioxidant activity of a raspberry leaf dry extract. *Romanian Biotechnological Letters*, 21(2): 11345.
- Ćujić, N., Kardum, N., Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., & Menković, N. (2018). Potential of chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) as a therapeutic food. In Elsevier eBooks (pp. 209–237).
- Cvetanović, A., Zengin, G., Zeković, Z., Švarc-Gajić, J., Ražić, S., Damjanović, A., Mašković, P., & 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: 458–466.
- Cvetković, D., Stanojević, L., Zvezdanović, J., Savić, S., Ilić, D., & Karabegović, I. (2018). *Aronia* leaves at the end of harvest season — Promising source of phenolic compounds, macro- and microelements. *Scientia Horticulturae*, 239: 17–25.
- Çınar, İ. (2020). Evaluation of Protective Effects of Gossypin against Hydrogen Peroxide Damage in L929 Fibroblast Cells. *Kafkas Tıp Dergisi*, 10(1): 15–23.

- Denev, P., Kratchanova, M., Petrova, I., Klisurova, D., Georgiev, Y., Ognyanov, M., & 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*, 2018: 1–11.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10): 3010–3014.
- Dobros, N., Zielińska, A., Siudem, P., Zawada, K. D., & Paradowska, K. (2024). Profile of Bioactive Components and Antioxidant Activity of *Aronia melanocarpa* Fruits at Various Stages of Their Growth, Using Chemometric Methods. *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 13(4): 462.
- Drăgan, S., Andrica, F., Șerban, M., & Timar, R. (2014). Polyphenols-Rich natural products for treatment of diabetes. *Current Medicinal Chemistry*, 22(1): 14–22.
- Duysak, L., Şekeroğulları, M., & Kılıç Baygutalp, N. (2024). Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Different Extracts of *Aronia melanocarpa* L. Fruit. *Pharmata*, 4(1): 1-6.
- Efenberger-Szmechtyk, M., Nowak, A., & Nowak, A. (2020). Cytotoxic and DNA-Damaging Effects of *Aronia melanocarpa*, *Cornus mas*, and *Chaenomeles superba* Leaf Extracts on the Human Colon Adenocarcinoma Cell Line Caco-2. *Antioxidants*, 9(11): 1030.
- Eurofins. (2018). *GeneSpin - Kit for isolation of high-quality DNA from food and feed samples*. Hamburg, Germany; Eurofins.
- Ferlemi, A., & Lamari, F. N. (2016). Berry leaves: an alternative source of bioactive natural products of nutritional and medicinal value. *Antioxidants*, 5(2): 17.
- Gazdík, Z., Řezníček, V., Adam, V., Zítka, O., Juríková, T., Krška, B., Matušková, J., Plšek, J., Šaloun, J., Horna, A., & Kizek, R. (2008).

Use of Liquid Chromatography with Electrochemical Detection for the Determination of Antioxidants in Less Common Fruits. *Molecules/Molecules Online/Molecules Annual*, 13(11): 2823–2836.

Gralec, M., Wawer, I., & Zawada, K. (2019). Aronia melanocarpa berries: phenolics composition and antioxidant properties changes during fruit development and ripening. *Emirates Journal of Food and Agriculture*: 214.

Guo, M., Qin, S., Wang, S., Sun, M., Yang, H., Wang, X., Fan, P., & Jin, Z. (2023). Herbal Medicine Nanocrystals: A Potential Novel Therapeutic Strategy. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 28(17): 6370.

Hara, K., Someya, T., Sano, K., Sagane, Y., Watanabe, T., & Wijesekara, R. G. S. (2018). Antioxidant activities of traditional plants in Sri Lanka by DPPH free radical-scavenging assay. *Data in Brief*, 17: 870–875.

Hawkins, J., Hires, C., Baker, C., Keenan, L., & Bush, M. (2020). Daily supplementation with aronia melanocarpa (chokeberry) reduces blood pressure and cholesterol: a meta-analysis of controlled clinical trials. *Journal of Dietary Supplements*, 18(5): 517–530.

Hirth, M., Preiß, R., Mayer-Miebach, E., & Schuchmann, H. P. (2015). Influence of HTST extrusion cooking process parameters on the stability of anthocyanins, procyanidins and hydroxycinnamic acids as the main bioactive chokeberry polyphenols. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie/Food Science & Technology*, 62(1): 511–516.

Howard, L. R., Brownmiller, C., Prior, R. L., & Mauromoustakos, A. (2013). Improved stability of chokeberry juice anthocyanins by B-Cyclodextrin addition and refrigeration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(3): 693–699.

Hwang, S. J., Yoon, W. B., Lee, O., Ju, S., & Kim, J. D. (2014). Radical-scavenging-linked antioxidant activities of extracts from black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *Food Chemistry*, 146: 71–77.

- Jakobek, L., Drenjančević, M., Jukić, V., & Šeruga, M. (2012). Phenolic acids, flavonols, anthocyanins and antiradical activity of “Nero”, “Viking”, “Galicianka” and wild chokeberries. *Scientia Horticulturae*, 147: 56–63.
- Jurendić, T., & Ščetar, M. (2021). Aronia melanocarpa Products and By-Products for Health and Nutrition: A Review. *Antioxidants*, 10(7): 1052.
- JuriKová, T., Mlček, J., Škrovánková, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlaváčová, I., Snopek, L., & Orsavová, J. (2017). Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*, 22(6): 944.
- Kapanoğlu, Mvare (2013). Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) ürünleri. *Gıda ve Beslenme Araştırmaları Dergisi*, 52 (4): 219-229.
- Kaloudi, T., Tsimogiannis, D., & Oreopoulou, V. (2022). Aronia Melanocarpa: Identification and Exploitation of Its Phenolic Components. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(14): 4375.
- Kim, D. W., Park, M. H., & Kim, M. (2023). Study on antioxidant activity and cytotoxicity of *Aronia melanocarpa* leaf tea extracts. *Food science and biotechnology*, 32(10): 1423–1433.
- Kovačević, D. B., Kljusurić, J. G., Vukušić, T., Herceg, Z., & Dragović-Uzelac, V. (2016). Stability of polyphenols in chokeberry juice treated with gas phase plasma. *Food Chemistry*, 212: 323–331.
- Kulling, S. E., & Rawel, H. M. (2008). Chokeberry (*Aronia melanocarpa*)– A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. *Planta Medica*, 74(13): 1625–1634.
- Lee, M., Shin, H., Park, M., Kim, A., Cha, S., & Lee, H. (2022). Systems pharmacology approaches in herbal medicine research: a brief review. *BMB reports*, 55(9): 417–428.
- Li, D., Wang, P., Luo, Y., Zhao, M., & Chen, F. (2015). Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: Update from recent decade. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8): 1729–1741.

- Long, W., Lin, Y., Lv, C., Dong, J., Lv, M., & Lou, X. (2024). High-compatibility properties of Aronia melanocarpa extracts cross-linked chitosan/polyvinyl alcohol composite film for intelligent food packaging. *International journal of biological macromolecules*, 270(Pt 1): 132305.
- Malik, M., Zhao, C., Schoene, N. W., Guisti, M. M., Moyer, M. P., & Magnuson, B. A. (2003). Anthocyanin-Rich Extract from *Aronia melanocarpa* E. Induces a Cell Cycle Block in Colon Cancer but Not Normal Colonic Cells. *Nutrition and Cancer*, 46(2): 186–196.
- Mayer-Miebach, E., Adamiuk, M., & Behsnilian, D. (2012). Stability of Chokeberry Bioactive Polyphenols during Juice Processing and Stabilization of a Polyphenol-Rich Material from the By-Product. *Agriculture*, 2(3): 244–258.
- Najda, A., & Łabuda, H. (2013). Content of phenolic compounds and antioxidant properties of fruits of selected orchard shrub species. *Modern Phytomorphology*, 3: 105-109.
- Ochmian, I., Oszmianski, J., & Skupien, K. (2009). Chemical composition, phenolics, and firmness of small black fruits. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 83(1): 64–69.
- Ochmian, I., Grajkowski, J., & Smolik, M. (2012). Comparison of Some Morphological Features, Quality and Chemical Content of Four Cultivars of Chokeberry Fruits (*Aronia melanocarpa*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1): 253.
- Ohgami, K., Ilieva, I., Shiratori, K., Koyama, Y., Jin, X., Yoshida, K., Kase, S., Kitaichi, N., Suzuki, Y., Tanaka, T., & Ohno, S. (2005). Anti-inflammatory effects of Aronia extract on Rat Endotoxin-Induced uveitis. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 46(1): 275.
- Oszmiański, J., & Wojdyło, A. (2005). Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research & Technology*, 221(6):809–813.

- Owczarek, K., Sosnowska, D., Kajszyzak, D., & Lewandowska, U. (2022). Evaluation of phenolic composition, antioxidant and cytotoxic activity of *aronia melanocarpa* leaf extracts. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 73(29): 1-11.
- Özdemir, K., & Eroğlu Özkan, E. (2020). Aronia Sp. Meyvelerinin Kimyasal Bileşimi ve Biyolojik Aktiviteleri. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 44(3): 557-570.
- Oszmiański, J., & Wojdyło, A. (2005). *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research & Technology*, 221(6): 809–813.
- Park, H., & Hong, J. (2014). Physiological activities of *Aronia melanocarpa* extracts on extraction solvents. *Han'gug Sigpum Jeojang Yu'tong Haghoeji/Han-guk Sikpum Jeojang Yutong Hakoeji*, 21(5): 718–726.
- Parzonko, A., Oświt, A., Bazyłko, A., & Naruszewicz, M. (2015). Anthocyanins-rich *Aronia melanocarpa* extract possesses ability to protect endothelial progenitor cells against angiotensin II induced dysfunction. *Phytomedicine*, 22(14): 1238–1246.
- Pavlović, A., Brčanović, J. M., Veljković, J. N., Mitić, S. S., Tošić, S., Kaličanin, B., Kostić, D. A., Đorđević, M., & Velimirović, D. (2015). Characterization of commercially available products of aronia according to their metal content. *Fruits*, 70(6): 385–393.
- Pieszka, M., Gogol, P., & Pietras, M. (2015). 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 of Animal Science*, 15(2): 475–491.
- Pilaczyńska-Szcześniak, Ł., Skarpanska-Steinborn, A., Deskur, E., Basta, P., & Horoszkiewicz-Hassan, M. (2005). The Influence of Chokeberry Juice Supplementation on the Reduction of Oxidative Stress Resulting from an Incremental Rowing Ergometer Exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15(1): 48–58.
- Platonova, E. Y., Shaposhnikov, M. V., Lee, H. Y., Lee, J. H., Min, K. J., & Moskalev, A. (2021). Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extracts in terms of geroprotector criteria. *Trends in Food Science & Technology*, 114: 570-584.

- Qin, B., & Anderson, R. A. (2011). An extract of chokeberry attenuates weight gain and modulates insulin, adipogenic and inflammatory signalling pathways in epididymal adipose tissue of rats fed a fructose-rich diet. *British Journal of Nutrition*, 108(4):581–587.
- Quiles, J. L., Cabrera, M. E., Jones, J., Tsapekos, M., & Caturla, N. (2022). In vitro determination of the skin Anti-Aging potential of Four-Component Plant-Based ingredient. *Molecules*, 27(22): 8101.
- Ramić, M., Vidović, S., Zeković, Z., Vladić, J., Cvejin, A., & Pavlić, B. (2015). Modeling and optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenolic compounds from *Aronia melanocarpa* by-products from filter-tea factory. *Ultrasonics Sonochemistry*, 23:360–368.
- Ren, Y., Frank, T., Meyer, G., Lei, J., Grebenc, J. R., Slaughter, R. C., Gao, Y., & Kinghorn, A. D. (2022). Potential Benefits of Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Fruits and Their Constituents in Improving Human Health. *Molecules*, 27(22):7823.
- Rop, O., Mlček, J., Juríková, T., Valšíková, M., Sochor, J., Řezníček, V., & Kramářová, D. (2010). Phenolic content, antioxidant capacity, radical oxygen species scavenging and lipid peroxidation inhibiting activities of extracts of five black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) cultivars. *Journals of Medicinal Plants Research*.
- Samoticha, J., Wojdyło, A., & Lech, K. (2016). The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries. *Lebensmittel-Wissenschaft Technologie/Food Science & Technology*, 66: 484–489.
- Sasmaz, H. K., Kilic-Buyukkurt, O., Selli, S., Bouaziz, M., & Kelebek, H. (2024). Antioxidant Capacity, Sugar Content, and Tandem HPLC–DAD–ESI/MS Profiling of Phenolic Compounds from *Aronia melanocarpa* Fruits and Leaves (Nero and Viking Cultivars). *ACS Omega*, 9(13): 14963–14976.
- Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Gođevac, D., Stanojković, T., & Pljevljakušić, D. (2014). Berry fruit teas: Phenolic composition and cytotoxic activity. *Food Research International*, 62:677–683.

- ScienCell Research Laboratories. (2024). *Absolute Human Telomere Length Quantification qPCR Assay Kit*. Carlsbad, Kaliforniya, ABD; ScienCell Research Laboratories.
- Sharif, T., Alhosin, M., Auger, C., Minker, C., Kim, J., Étienne-Selloum, N., Bories, P., Gronemeyer, H., Lobstein, A., Bronner, C., Fuhrmann, G., & Schini-Kerth, V. B. (2012). Aronia melanocarpa Juice Induces a Redox-Sensitive p73-Related Caspase 3-Dependent Apoptosis in Human Leukemia Cells. *PloS One*, 7(3): e32526.
- Shi, D., Xu, J., Sheng, L., & Song, K. (2024). Comprehensive Utilization Technology of *Aronia melanocarpa*. *Molecules* (Basel, Switzerland), 29(6): 1388.
- Shimadzu. (2019). Protein Analysis Using FTIR [Online]. https://www.shimadzu.com/an/sites/shimadzu.com.an/files/pim/pim_document_file/applications/application_note/13330/jpa219009.pdf (Erişim Tarihi: 11 Şubat 2023).
- Sidor, A., & Gramza-Michałowska, A. (2019). Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* L.—A Qualitative Composition, Phenolic Profile and Antioxidant Potential. *Molecules*, 24(20): 3710.
- Sikora, J., Broncel, M., & Mikiciuk-Olasik, E. (2014). *Aronia melanocarpa* Elliot Reduces the Activity of Angiotensin I-Converting Enzyme—In Vitro and Ex Vivo Studies. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2014: 1–7.
- Simeonov, SB, Botushanov, NP, Karahanian, EB, Pavlova, MB, Husianitis, HK ve Troev, DM (2002). *Aronia melanocarpa* suyunun diyabetli hastalarda diyet rejiminin bir parçası olarak etkileri. *Folia medica*, 44 (3), 20-23.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144–158.
- Skupień, K., Oszmiański, J., Kostrzewa-Nowak, D., & Tarasiuk, J. (2006). In vitro antileukaemic activity of extracts from berry plant leaves against

sensitive and multidrug resistant HL60 cells. *Cancer Letters*, 236(2):282–291.

- Skupień, K., & Oszmiański, J. (2008). The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry fruit. *Agricultural and Food Science*, 16(1): 46.
- Skupień, K., Kostrzewa-Nowak, D., Oszmiański, J., & Tarasiuk, J. (2008). In vitro antileukaemic activity of extracts from chokeberry (*Aronia melanocarpa* [Michx] Elliott) and mulberry (*Morus alba* L.) leaves against sensitive and multidrug resistant HL60 cells. *PTR. Phytotherapy Research/Phytotherapy Research*, 22(5): 689–694.
- Slimestad, R., Torskangerpoll, K., Nateland, H. S., Johannessen, T., & Giske, N. H. (2005). Flavonoids from black chokeberries, *Aronia melanocarpa*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(1):61–68.
- Sójka, M., Kołodziejczyk, K., & Milala, J. (2013). Polyphenolic and basic chemical composition of black chokeberry industrial by-products. *Industrial Crops and Products*, 51:77–86.
- Sosnowska, D., Podsędek, A., Kucharska, A. Z., Redzynie, M., Opęchowska, M., & Koziołkiewicz, M. (2015). Comparison of in vitro anti-lipase and antioxidant activities, and composition of commercial chokeberry juices. *European Food Research and Technology*, 242(4): 505–515.
- Staszowska-Karkut, M., & Materska, M. (2020). Phenolic Composition, Mineral Content, and Beneficial Bioactivities of Leaf Extracts from Black Currant (*Ribes nigrum* L.), Raspberry (*Rubus idaeus*), and Aronia (*Aronia melanocarpa*). *Nutrients*, 12(2): 463.
- Szopa, A., Kokotkiewicz, A., Kubica, P., Banaszczak, P., Wojtanowska-Krośniak, A., Krośniak, M., Marzec-Wróblewska, U., Badura, A., Zagrodzki, P., Buciąński, A., Łuczkiwicz, M., & 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 & Technology*, 243(9):1645–1657.

- Şahin, B., Koluman, B. Ü., Seçme, M., Dodurga, Y., Mete, G. A., Köse, M., . . . Koluman, A. (2023). Kırmızı ve Kızılötesi Işığın Hipokloröz Asit Kombine Uygulamalarının ile Keratinosit (HaCaT) ve Fibroblast Hücre Hattı (Human Dermal Fibroblast HDFa) Üzerinde Etkilerinin Belirlenmesi. *Journal of Science, Technology and Engineering Research*, 4(1): 17-29.
- Tabak, T. vd. (2021). Investigation of the changes in volatile composition and amino acid profile of a gala-dinner dish by GC-MS and LC-MS/MS analyses. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25:100398.
- Taheri, R., Connolly, B. A., Brand, M. H., & Bolling, B. W. (2013). Underutilized Chokeberry (*Aronia melanocarpa*, *Aronia arbutifolia*, *Aronia prunifolia*) Accessions Are Rich Sources of Anthocyanins, Flavonoids, Hydroxycinnamic Acids, and Proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(36): 8581–8588.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, 2023, *Aronia melomacarpa* erişim: <https://www.tarimorman.gov.tr>
- Thi, N. D., & Hwang, E. (2014). Bioactive Compound Contents and Antioxidant Activity in *Aronia (Aronia melanocarpa)* Leaves Collected at Different Growth Stages. *Preventive Nutrition and Food Science*, 19(3): 204–212.
- Thi, N. D., & Hwang, E. (2018). Anti-cancer and anti-inflammatory activities of aronia (*Aronia melanocarpa*) leaves. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine/Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 8(12): 586.
- Tian, Y., Liimatainen, J., Alanne, A., Lindstedt, A., Liu, P., Sinkkonen, J., Kallio, H., & Yang, B. (2017). Phenolic compounds extracted by acidic aqueous ethanol from berries and leaves of different berry plants. *Food Chemistry*, 220: 266–281.
- Tokusoglu, O. (2019). Aronia Berry Tea as Antioxidant Functional Drink: Bioactive Phenolics By HPLC-DAD and LC-ESI/TOFF-Mass Spectrometry. *Journal of Food Health and Technology Innovations*, 2(6): 187-192.
- Tolić, M., Jurčević, I. L., Krbavčić, I. P., Marković, K., & Vahčić, N. (2015). Phenolic content, antioxidant capacity and quality of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) products. *Food Technology and Biotechnology*, 53(2), 171–179.
- Tolić, MT, Krbavčić, IP, Vujević, P., Milinović, B., Jurčević, IL ve Vahčić, N. (2017). Hava koşullarının kuş üzümü (*Aronia melanocarpa* L.) suyunda fenolik içerik

ve antioksidan kapasite üzerine etkileri. Polonya Gıda ve Beslenme Bilimleri Dergisi , 67(1): 67-74.

Tuncer, A. C., Has, S., Bağış, H., & Bozgeyik, E. (2023). Quercetin'in HT-29 ve HCT-116 kolon kanseri hücre hatları üzerine etkisinin RIPK1, RIPK3 ve MLKL genlerinin ekspresyonları ile incelenmesi. Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(3): 182–187.

Vagiri, M., & Jensen, M. (2017). Influence of juice processing factors on quality of black chokeberry pomace as a future resource for colour extraction. Food Chemistry, 217: 409–417.

Valcheva-Kuzmanova, S., Kuzmanov, K., Tancheva, S., & Belcheva, A. (2007). Hypoglycemic effects of Aronia melanocarpa fruit juice in streptozotocin-induced diabetic rats. Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology, 29(2): 101.

Valcheva-Kuzmanova, S., Gadjeva, V., Ivanova, D., & Belcheva, A. (2007). Antioxidant activity of Aronia melanocarpa fruit juice in vitro. Acta Alimentaria, 36(4): 425–428.

Veberič, R., Jakopič, J., Štampar, F., & Schmitzer, V. (2009). European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols. Food Chemistry, 114(2):511–515.

Viskelis, P., Rubinskiene, M., Bobinaite, R., & Dambrauskiene, E. (2010). Bioactive compounds and antioxidant activity of small fruits in Lithuania. J. Food Agric. Environ, 8(3-4): 259-263.

Wangensteen, H., Bräunlich, M., Nikolic, V., Malterud, K. E., Slimestad, R., & Barsett, H. (2014). Anthocyanins, proanthocyanidins and total phenolics in four cultivars of aronia: Antioxidant and enzyme inhibitory effects. Journal of Functional Foods, 7:746–752.

Wilkes, K. D., Howard, L. R., Brownmiller, C., & Prior, R. L. (2013). Changes in Chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) Polyphenols during Juice Processing and Storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62(18): 4018–4025.

- World Health Organization: WHO. (2024, March 1). Obesity and overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Worsztynowicz, P., Napierała, M., Białas, W., Grajek, W., & Olkowicz, M. (2014). Pancreatic α -amylase and lipase inhibitory activity of polyphenolic compounds present in the extract of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.). *Process Biochemistry*, 49(9):1457–1463.
- Wu, Z., & Wang, S. Y. (2002). Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(2):502–509.
- Wu, X., Gu, L., Prior, R. L., & McKay, S. (2004). Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7846–7856.
- Yamane, T., Kozuka, M., Wada-Yoneta, M., Sakamoto, T., Nakagaki, T., Nakano, Y., & Ohkubo, I. (2017). Aronia juice suppresses the elevation of postprandial blood glucose levels in adult healthy Japanese. *Clinical Nutrition Experimental*, 12: 20–26.
- Yılmaz, A. (2021). Miracle Plant: Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*). *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(1): 83–94.
- Yu, W., Gao, J., Hao, R., Yang, J., & Wei, J. (2021). Effects of simulated digestion on black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) anthocyanins and intestinal flora. *Journal of Food Science And Technology*, 58(4): 1511–1523.
- Zapolska-Downar, D., Bryk, D., Małeck, M., Hajdukiewicz, K., & Sitkiewicz, D. (2011). *Aronia melanocarpa* fruit extract exhibits anti-inflammatory activity in human aortic endothelial cells. *European Journal of Nutrition*, 51(5): 563–572.
- Zawada, M. G. I. W. K. (2019). *Aronia melanocarpa* berries: phenolics composition and antioxidant properties changes during fruit

development and ripening. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(3): 214-221.

Zhao, Y., Liu, X., Zheng, Y., Liu, W., & Ding, C. (2021). *Aronia melanocarpa* polysaccharide ameliorates inflammation and aging in mice by modulating the AMPK/SIRT1/NF- κ B signaling pathway and gut microbiota. *Scientific Reports*, 11(1): 20558.



ÖZGEÇMİŞ

Vuslat ÇANKAYA

A. EĞİTİM

- **Yüksek Lisans:** İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, 2023-2024, İstanbul.
- **Lisans:** İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 2017-2021, İstanbul.

B. YAYINLARI

- **Cankaya, V.**, İpek, T., Cihan, A., Peköz, S. (2024). *Sorularla Obeziteyi Anlamak*. Altınbaş Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- **Cankaya, V.**, Bostancı, F., Çavdar, A., Yılmaz, Y., Tekiner, I. H. (2024). Aronya Meyvesi Sıvı Özütünün Antioksidan ve Sitotoksik Özelliklerinin Araştırılması. *ASES VIII. International Health, Engineering and Sciences Conference*, 6-7 Nisan, İzmir, Türkiye.