

Aronya Meyvesinin Ekolojik ve Fitokimyasal Varyasyonlarının Belirlenmesi

Tuğba ÖZBUCAK^{1*} , Ahmet Faruk GÜMÜŞ¹ 

¹Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ordu/Türkiye

*Sorumlu Yazar e-posta: tsiozbucak@hotmail.com

Geliş Tarihi: 11.06.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 24.09.2024 Kabul Tarihi: 24.09.2024

ÖZ

"Süper" ya da "mucize" bitki olarak adlandırılan çok yıllık, çalı formundaki Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) meyvesi, Karadeniz bölgesinde de üretilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada, Karadeniz bölgesinin farklı ekolojik özelliklere sahip Ordu ve Trabzon illerinden hasat edilen Viking çeşidi aronya meyvelerinin bazı morfolojik ve biyokimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Aronya meyvelerinin en, boy, ağırlık, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA) oranı, pH, C vitamini, antosiyanin değerleri gibi kalite parametreleri ile toplam fenolik madde, DPPH, FRAP, toplam flavonoid, asetilkolinesteraz (AChE), bütirilkolinesteraz (BuChE), Guaiacol Peroksidaz (GPX), Askorbat Peroksidaz (APX) ve Süperoksit Dismutaz Aktivitesi (SOD) enzimleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Elde edilen bütün sonuçlar çalışma lokaliteleri açısından değerlendirildiğinde; meyve en, boy, SÇKM miktarı, pH, toplam fenolik madde, DPPH radikali giderme aktivitesi, toplam flavonoid madde miktarı APX ve SOD enzim aktivitesi Ordu, TEA, C vitamini, toplam monomerik antosiyanin konsantrasyonu, asetil kolinesteraz, butiril kolinesteraz inhibisyonu ve GPX enzim aktivite değerleri ise Trabzon meyve örneklerinde yüksek bulunmuştur. İklim ve toprak parametrelerine bakıldığında, Ordu'nun Trabzon'a göre daha sıcak ve yağışlı, toprak organik maddesi açısından zengin ve hafif asidik toprak pH'sına sahip olduğu görülmektedir. Bu yönüyle, bu çalışma aronyanın ekolojik ve fitokimyasal varyasyonlarının karşılaştırıldığı ilk çalışmadır.

Anahtar kelimeler: Aronya (*Aronia melanocarpa*), Ekolojik faktör, Kalite, Morfoloji

Determination of Ecological and Phytochemical Variations of Aronia Fruit

ABSTRACT

The perennial shrub Aronia fruit, called the "super" or "miracle" plant, has recently started to be produced in the Black Sea region. In this study, some morphological and biochemical characteristics of Viking variety aronia fruits harvested from Ordu and Trabzon provinces of the Black Sea region with different ecological characteristics were compared. For this purpose, important quality parameters of Aronia fruits such as width, length, weight, the amount of water-soluble dry matter, titratable acidity, pH, vitamin C, anthocyanin values and important biochemical properties such as total phenolic matter, DPPH, FRAP, acetylcholinesterase (AChE) butyrylcholinesterase (BuChE), Guaiacol Peroxidase GPX, Ascorbate Peroxidase (APX) and Superoxide Dismutase Activity (SOD) enzymes were determined and compared. When all the results obtained were evaluated in terms of localities; fruit width, length, the amount of water-soluble dry matter, pH, total phenolic matter, DPPH radical scavenging activity, total flavonoid matter, APX and SOD enzyme activity values were found to be higher in Ordu, titratable acidity, vitamin C, total monomeric anthocyanin concentration, acetylcholine cholinesterase, butyryl cholinesterase inhibition and GPX enzyme activity values were higher in Trabzon fruit samples.

Key words: Aronia (*Aronia melanocarpa*), Ecological factor, Quality, Morphology

GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı yaşam ve beslenme alanındaki araştırmalar, besin değeri yüksek bitkilerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerine odaklanmaktadır (Yılmaz ve ark., 2021). Biyoaktif bileşenleri ve besin değeri bakımından zengin meyvelerin tüketilmesinin sağlık açısından çok önemli faydaları olduğu bildirilmektedir (Gümüştepe ve ark., 2022). Özellikle fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanan üzümsü meyvelerin sahip olduğu güçlü sekonder bileşikler ile insan sağlığı üzerinde hastalığı yakalanma riskini azaltabilecek koruyucu etkileri olabileceği ifade edilmektedir (Bayram ve Öztürkcan, 2022). Aronya berry veya Aronya chokeberry isimleri ile bilinen Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) Kuzey Amerika kökenli bir bitkidir. Potansiyel sağlık yararları nedeniyle 1900'lerin ilk yıllarında Rusya'ya ve Avrupa'ya transfer olmuştur. Rosaceae familyasına ait çok yıllık çalı formunda olan Aronya, 2-3 m yüksekliğe kadar büyüyebilir (Ren ve ark., 2022). Aronya meyvelerinin çapı 6-13 mm arasında ağırlığı 0,5-2 g arasında değişmektedir. Olgun bitki başına verim 10-15 kg'dır. Tamamen olgunlaştığında siyah renkli meyveler taze olarak tüketilir (King ve Bolling, 2020). Aronya meyvelerinin antosiyanin ve antioksidan kapasitesi diğer meyvelerle karşılaştırıldığında yüksektir. Aronya meyveleri vitamin, mineral ve folik asit açısından zengin bir içeriğe sahiptir (Tolic ve ark., 2015). Zengin biyoaktif bileşenleri nedeniyle diyabet, kalp, damar hastalıkları, idrar yolu iltihabı, göz iltihabı ve çeşitli viral hastalıklar üzerindeki olumlu etkileri uzun yıllardır yapılan çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır (Zhang ve ark., 2021). Taze tüketiminin yanı sıra gıda takviyesi olarak gıda endüstrisinde meyve suyu, kuru meyve, sos, reçel, şerbet, dondurma, kek yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek antosiyanin içeriği nedeniyle doğal gıda renklendiricisi olarak kullanımı da yaygındır (Engin ve Mert, 2024). Bitkilerin biyokütle verimi ve biyoaktif madde içeriği genetik yapılarına, iklim koşullarına, toprak özelliklerine ve tarımsal uygulamalara göre değişmektedir (Katar ve ark., 2017). Aynı ekolojik şartlarda farklı genotipteki bitkiler ile yapılan çalışmalar genetik varyasyonu gösterirken, farklı şartlarda aynı genetik yapıya sahip bitkilerle yapılan çalışmalar çevresel varyasyonu ortaya koymaktadır (Telci et al., 2004; Telci et al., 2006). Bu nedenle, yüksek verim ve kaliteli ürünlerin elde edilmesi için uygun şartların belirlenmesi hem yetiştirici hem de kullanıcı açısından önemlidir. 2022 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan Aronya Fizibilite Raporu'na göre Ordu ilinde 3 bin, Trabzon'da ise 300 fidan ile aronya üretimi yapılmaktadır. Trabzon'da yetiştiriciliğin Ordu'ya göre daha az olduğu dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, Ordu ve Trabzon illerinde yetiştirilen Viking çeşidi aronya meyvesinin en, boy, ağırlık, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA) oranı, pH, C vitamini, antosiyanin değerleri gibi kalite parametreleri ile toplam fenolik madde, DPPH, FRAP, asetilkolinesteraz, bütirilkolinesteraz, GPX, APX ve SOD enzimleri gibi biyokimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Literatür taramasında, aynı çeşit aronya meyvesinin ekolojik ve fitokimyasal varyasyonlarının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmadan elde edilecek sonuçlar, yüksek kalite ve verime sahip aronya meyvelerinin üretimindeki yenilikçi stratejilerin belirlenmesinde kullanılabilir.

MATERYAL ve METOT

Çalışmada, 2023 yılı Ekim ayında Ordu merkez ve Trabzon'un Tonya ilçesinden toplanan Viking çeşidi aronya meyveleri kullanılmıştır. Örneklerin alındığı bölgelerin toprak özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 1'de belirtilmiş, iklim verileri Şekil 1 ve 2' de verilmiştir (Çizelge 1, Şekil 1 ve 2).

Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi

Meyve ağırlığı dijital terazi (± 0.01 g, Desis THB, Türkiye) kullanılarak ölçülmüştür. Meyve uzunluğu ve genişliği dijital kumpas (± 0.01 mm, Absolute-1103, Insize, Almanya) ile belirlenmiştir. Her tekrarda on meyve kullanılmıştır. Suda çözünebilir katı madde içeriği (SÇKM), titre edilebilir asitlik oranı (TEA) ve C vitamini analizleri için on gram örnek alınmış, çekirdekleri çıkarılmış ve meyve suyu ekstraktörü kullanılarak (HR1855/70, Philips, Türkiye) homojen meyve suyu/pulpu elde edilmiştir. Elde edilen meyve posası tülbentten geçirilerek meyve suyu elde edilmiştir. SÇKM için, meyve suyundan pipet yardımı ile 1 mL meyve suyu alınmış ve dijital refraktometreye (PAL-1, McCormic, ABD) damlatılmış, ekranda okunan değer % olarak kaydedilmiştir. Titre edilebilir asitlik için, 10 mL meyve suyu üzerine 10 mL saf su ilave edilmiş ve elde edilen meyve suyu 0.1 N NaOH ile pH 8.2 olana kadar titre edilmiştir. Asitlik, titrasyonda harcanan NaOH miktarı esas alınarak, 100 g^{-1} olarak hesaplanmıştır (Öztürk ve Ozer, 2019). Örneklerin C vitamini içeriğini belirlemek için askorbik asit test şeritleri kullanılmıştır ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) (Öztürk ve ark., 2018). pH değeri bir miktar meyve suyu alınarak pH metre (HANNA marka HI98127 model, İtalya) ile ölçülmüştür. Biyokimyasal analizler hem kuru hem de yaş meyve örneklerinde gerçekleştirilmiştir.

Kuru meyve örneklerinde yapılan analizler

Hasat edilen meyveler liyoflizatörde (Bys Cooling, Türkiye) dondurulup, endüstriyel tip bir öğütücüde (Boğaziçi, Türkiye) öğütülerek toz haline getirilen meyve örneklerinden, %80'lik metanol kullanılarak ekstraktlar hazırlanmıştır. 10 gram meyve örneği, 100 ml metanol ile oda sıcaklığında çalkalamalı su banyosunda 48 saat

bekletildikten sonra süzgeç kâğıdından süzölmüş ve çözücü evaporatörde 40°C’de uçurulmuştur. Hazırlanan ekstraktların toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde Folin-Ciocalteu metodu (Singleton ve Rossi, 1965) kullanılmıştır. Hazırlanan bitkisel ekstraktlar Folin reaktifi ile karıştırılarak ortamı bazik hale getirmek için sodyum karbonat eklenmiştir. Gallik asit standart olarak kullanılarak sonuçlar bir gram ekstrakt için gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir. Serbest Radikal Süpürme Etkinliği, DPPH yöntemine göre yapılmış ve askorbik asit ile karşılaştırılarak ölçölmüştür. Askorbik asit standart olarak kullanılmıştır. Askorbik asit ile karşılaştırılarak örneklerin DPPH radikalini süpürme etkinliği verilmiştir (Blois, 1958). 1,1'-difenil-2-pikrilhidrazil (C₁₈H₁₂N₅O₆, DPPH) çözeltisi 517 nm deki absorbanı 1.200’nin altında olacak şekilde yeterli miktardaki DPPH katısının kullanımından hemen önce metanol içinde çözümesi ile taze olarak hazırlanmıştır. Sánchez-Moreno ve ark., (1998) tarafından kullanılan metoda göre; ekstraktlar ve metanolde hazırlanmış DPPH çözeltisinin birleştirilmesiyle oluşan karışım 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve 517 nm de metanole karşı absorbanı kaydedilmiştir. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak her bir ekstrakt konsantrasyonu için süpürme aktivitesi (IC 50) hesaplanmış ve sonuçlar IC 50-mg/ml olarak verilmiştir. IC 50 değeri, ortamda bulunan serbest radikallerin %50’sini süpüren ekstrakt konsantrasyonudur. SC50 değeri ne kadar fazlaysa antioksidan kapasite o kadar düşüktür.

Süpürme Aktivitesi (%) = [A(kör) – A(n)] / A(kör) x 100, Burada;

A_{kör}: DPPH çözeltisi ile metanol karışımının absorbanı

A_n: Numunenin absorbanı

Asetil kolinesteraz ve Butiril kolinesteraz inhibitör potansiyelleri Ellman ve ark. (1961) tarafından modifiye edilen spektrofotometrik yöntemle değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada enzim kaynağı olarak yılan balığı asetil kolinesterazı ile at serum butiril kolinesteraz, substrat olarak da asetil tiyokolin iyodür ve butiriltiyokliniklorid kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı ilk olarak 0.1 mM sodyum fosfat tamponu (pH 8.0), 0.2 M (DTNB), 0.2 M asetil kolinesteraz/butiril kolinesteraz çözeltisi içerecek şekilde hazırlanıp 15 dakika 25°C’da inkübe edilmiştir. Reaksiyon 0.2 M asetiltiyokolin iyodür/bütiril tiyokolin klorid ilavesiyle başlatılmış ve asetiltiyokolin iyodür/bütiril tiyokolin kloridin hidrolizi DTNB’in tiyokolinlerle enzimlerle katalizlenen reaksiyonu sonucunda sarı renkli 5- tiyo-2-nitrobenzoat anyonunun oluşumuyla 412 nm’de ölçölmüştür. Alkaloid tipi antikolinesteraz ilacı galantamin referans olarak kullanılmıştır (Senol ve ark., 2010). Toplam Flavonoid madde içeriği ise Ghasemzadeh ve ark. (2016)’nın yöntemine göre belirlenmiştir. Ekstraktların 50 µL’lik kısımları (0.416 mg/ml nihai konsantrasyon) üzerine 30 µL %5’lik NaNO₂ ve 30 µL %5’lik AlCl₃ ilave edilip, 5 dakika bekletildikten sonra 200 µL 1 M NaOH ilavesinin ardından son hacim su ilavesi ile 1200µL’ye tamamlanmıştır. Numune içermeyen köre karşı tüm tüp içeriklerinin 510 nm’deki absorbanları kaydedilmiştir. Aynı koşullar altında pozitif kontrol olarak kullanılan kuersetinin 0.25 mg/mL’lik stok çözeltisinden farklı hacimler alınmasıyla bir seri konsantrasyon aralığı oluşturulmuştur. Kuersetinin farklı konsantrasyonlarının aynı miktardaki reaktiflerle birleştirilmesiyle meydana gelen rengin şiddeti olarak okunan absorbanı değerleri ile çizilen konsantrasyon-absorbanı grafiğinin doğru denkleminde yararlanarak numunelerin flavonoid içerikleri kuersetin eşdeğeri olarak (mg QE/g) hesaplanmıştır.

Yaş Meyve Örneklerinde yapılan analizler

Askorbat Peroksidaz (APX) Aktivitesi, Nakano ve Asada (1981) tarafından belirtilen spektrofotometrik yöntemle ölçölmüştür. Süper Oksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi, Beauchamp ve Fridovich (1971) tarafından geliştirilen nitro mavisli tetrazolyum (NBT) indirgeme metodolojisi kullanılarak tespit edilmiştir. Guaiakol Peroksidaz (GPX) Aktivitesi ise, Neves ve Lourenço (1998) tarafından modifiye edilen Flocco ve Giulietti (2007) metoduna uygun olarak spektrofotometrik olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, protein miktarı başına birim (U/mg protein) olarak hesaplanmıştır (Fijalkowski ve Kwarciak-Kozłowska, 2020). Antosiyaninlerin farklı pH değerlerinden farklı yapı ve renk özellikleri kazanması ilkesine dayanan Lee vd. (2005) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Taze halde dondurularak muhafaza edilen aronya meyveleri (25 g) tartılarak uygun bir çözgenle (Etanol (%95’lik):1.5 N HCl; 85:15) ekstrakte edilmiştir. Tartılan aronya meyveleri üzerine ekstraksiyon çözeltisinden 75 ml eklenerek ultraturrax (IKA T18, Almanya) ile homojenize edildikten sonra buzdolabı sıcaklığında 12 saat ekstraksiyona bırakılmıştır. Elde edilen ekstrakt, öncelikle santrifüj (Sigma 2-6, Germany) edildikten (4000 rpm, 5dk) sonra Whatman 4 filtre kâğıdından geçirildikten sonra kalıntılar ekstraksiyon çözeltisiyle yıkanmak suretiyle süzöntü 200 ml hacme tamamlanmıştır. Yapılan ön spektrofotometrik ölçümler baz alınarak 0.025 M KCl (pH=1) ile 50 kat seyreltilerek 520 nm dalga boyundaki absorbanı değeri 0.4-0.6 arasına getirilmiştir. Diğer taraftan, ekstraktlar 0.4 M CH₃CO₂Na.3H₂O (pH=4.5) kullanılarak aynı seyreltme oranı ile ayrıca seyreltilmiştir. Bu dilüsyonlar hazırlandıktan 30 dk sonra 520

nm ve 700 nm dalga boylarında absorbanları spektrofotometrede suya karşı okunmuştur. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmış ve baskın antosiyanin olan siyanidin-3 –glikozit eşdeğeri (mg CGE/100 g taze meyve) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Antosiyanin konsantrasyonu (mg/g)} = \frac{(A \times 10^3 \times 449.2 \times \text{seyreltme faktörü})}{26900 \times \text{küvet kalınlığı (cm)}}$$

$$26900 \times \text{küvet kalınlığı (cm)}$$

$$A: (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH:1} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH:4.5}$$

$$449.2: \text{Siyanidin-3-glikozit molekül ağırlığı (g/mol)}$$

$$26900: \text{Siyanidin-3-glikozit molar absorban değeri (}\epsilon\text{)},$$

$$\text{Küvet kalınlığı: 1 cm}$$

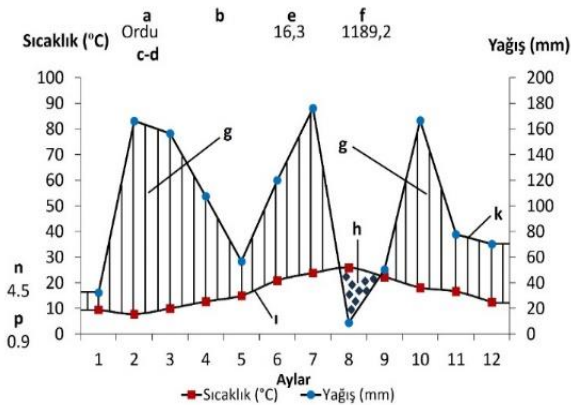
Elde edilen verilerin istatistiki analizinde SPSS (ver.25) yazılımı kullanılmıştır. Tüm veriler ortalama \pm standart sapma olarak sunulmuştur. P değeri <0.05 istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir. Farklılıklar varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değerlendirilmiş ve ortalama değerler karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

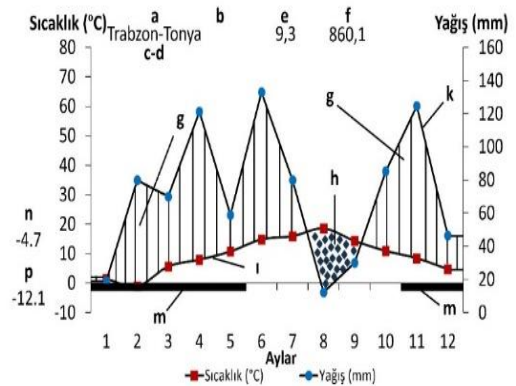
Her iki bölgeye ait toprak örnekleri yüksek organik madde içeriğine, tuzsuz ve hafif asidik özelliklere sahiptir (Çizelge 1). Ancak Trabzon örneklerinin azot içeriği Ordu'ya ait toprak örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. 2023 yılı iklim verileri incelendiğinde, Ordu'nun yıllık ortalama sıcaklığı 16.3 °C, Tonya'nın ise 9.3 °C'dir. Ayrıca, Ordu'nun yıllık ortalama yağışı (1189.2 mm), Tonya'dan (860.1 mm) daha fazladır (Şekil 1, 2).

Çizelge 1. Toprak analiz sonuçları

Analiz	Ordu /Merkez	Trabzon/Tonya-Kalınçam köyü
Tekstür	Killi-Tınlı	Kumlu-Killi
pH	6.1	5.6
Tuz	0.021 mS	0.11 mS
Azot (N)	%0.093	%0.228
Organik madde	% 3.91	%3.5



Şekil 1. Ordu ili iklim diyagramı



Şekil 2. Trabzon/Tonya iklim diyagramı

a: Meteoroloji istasyonunun yeri, **b:** İstasyonun deniz seviyesinden yüksekliği, **c:** Sıcaklık için ölçüm süresi (yıl), **d:** Yağış için ölçüm süresi (yıl), **e:** Yıllık ortalama sıcaklık (°C), **f:** Yıllık toplam yağış (mm), **g:** Yağışlı devre, **h:** Kurak devre, **i:** Sıcaklık eğrisi, **k:** Yağış eğrisi, **m:** Muhtemel donlu aylar, **n:** En soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı, **p:** Mutlak minimum sıcaklık

Meyve Ölçüm Sonuçları

Araştırma kapsamında Ordu ve Trabzon illerinden alınan Viking çeşidi aronya meyvesinin en, boy, ağırlık, suda çözünebilir katı madde içeriği (SÇKM), titre edilebilir asitlik oranı (TEA), pH ve C vitamini değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları incelenmiştir. Çizelge 2’de meyveye ait en, boy, ağırlık, SÇKM ve TEA değerleri, Çizelge 3’te morfolojik ölçümlerin varyans analiz sonuçları, Çizelge 4’te ise pH ve C vitamini değerleri verilmiştir. Ordu meyvelerinin en, boy, ağırlık, SÇKM ve pH değerleri daha yüksek bulunurken, Trabzon meyvelerinin TEA oranı ve C vitamini değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak, meyve eni, ağırlığı, SÇKM ve TEA değerleri anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Meyve özelliklerinin adaptasyon çalışmalarında önemli verim ve kalite parametreleri olduğu belirtilmiştir (Balcı ve Keleş, 2019). Aydın’da yapılan bir çalışmada Viking çeşidi aronya meyve eni 10.729 mm, boyu 10.305 mm ve ağırlığı 0.818 gr olarak bulunmuştur (Özder, 2020). Ordu ve Trabzon meyvelerinin en, boy ve ağırlık değerleri bu çalışmadakinden daha yüksek tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler ile Ochmian ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları paralellik göstermektedir. Ancak, aynı çalışmada ölçülen SÇKM değerleri (%14.33), Ordu (%4.86) ve Trabzon (%4.26) illerinden alınan meyvelerin SÇKM değerlerinden oldukça yüksektir. TEA oranları (Ordu: 0.514, Trabzon: 0.55), Özder (2020) çalışmasına göre (0.169) yüksektir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulardaki farklılıklar bu özelliklerin farklı ekolojik koşullara duyarlılığı olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar Erdem ve Karakoyun (2023) tarafından ahududu ile yapılan çalışmada da bulunmuştur.

Çizelge 2. Trabzon ve Ordu ilinde yayılış gösteren *Aronia melanocarpa* meyvesinin morfolojik ölçüm sonuçları

Meyve Ölçüm Sonuçları		N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maximum
Meyve En (mm)	Trabzon	3	11.11	.14	11.03	11.28
	Ordu	3	13.09	.42	12.81	13.58
	Toplam	6	12.10	1.11	11.03	13.58
Meyve Boy (mm)	Trabzon	3	10.54	.17	10.44	10.74
	Ordu	3	10.99	.35	10.75	11.40
	Toplam	6	1.77	.35	10.44	11.40
Meyve Ağırlık (gr)	Trabzon	3	8.09	.29	7.83	8.41
	Ordu	3	11,10	.79	10.47	12.00
	Toplam	6	9.60	.73	7.83	12.00
SÇKM (%)	Trabzon	3	4.30	.10	4.20	4.40
	Ordu	3	4.83	.05	4.80	4.90
	Toplam	6	4.57	.30	4.20	4.90
TEA (%)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52

Çizelge 3. İncelenen morfolojik özelliklerin varyans analiz sonuçları

Varyans Analiz Sonuçları		K. T.	df	K. O.	F	Sig.
Meyve En (mm)	Gruplar arası	5.87	1	5.87	5.22	.002
	Gruplar içi	.397	4	.09		
	Toplam	6.27	5			
Meyve Boy (mm)	Gruplar arası	.31	1	.31	4.06	.114
	Gruplar içi	.30	4	.07		
	Toplam	.62	5			
Meyve Ağırlık (gr)	Gruplar arası	13.56	1	13.56	37.51	.004
	Gruplar içi	1.44	4	.36		
	Toplam	15.00	5			
SÇKM (%)	Gruplar arası	.42	1	.42	64.00	.001
	Gruplar içi	.02	4	.007		
	Toplam	.45	5			
TEA (%)	Gruplar arası	.19	1	.194	121.50	.000
	Gruplar içi	.006	4	.002		
	Toplam	.20	5			

K.T; Kareler Toplamı, K.O; Kareler Ortalaması, Sig; Önemlilik

Literatürde aronya meyvesinin pH değeri 3.3-3.7 arasında değişirken (Kulling ve Rawel, 2008), yapılan araştırma sonucunda ölçülen değerler bu aralığın bu aralığın üzerinde bulunmuştur. Trabzon örneklerinin C vitamini (125 mg/g) Ordu örneklerinden (114 mg/g) daha yüksek bulunmuştur. Ekolojik şartlar, C vitamini gibi maddelerin artışına neden olabilir. Farklı yıllarda alınan örneklerde C vitamini miktarının değiştiği bildirilmiştir (Öz ve ark., 2018). Antosiyanin miktarı, Trabzon meyvelerinde Ordu'ya kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Tespit edilen toplam monomerik antosiyanin miktarı, Pantelidis ve ark. (2007)'nin çalışmasında elde edilen ahududu, böğürtlen, kırmızı kuş üzümü ve beктаşi üzümü değerlerinden yüksek, Viking ve Nero çeşidi aronya meyvelerindeki 547.72-682.71 ve 535.48-654.60 mg/100 g değerlerinden düşüktür (Öztürk, 2023). Antosiyanin birikiminin çevresel şartlardan etkilendiği bildirilmiştir (Wilkes ve ark., 2014; Rodríguez-Werner ve ark., 2019).

Çizelge 4. Ordu ve Trabzon illeri *Aronia melanocarpa* meyvelerinin pH, C vitamini ve antosiyanin değerleri

Bölge	pH	C Vitamini (mg/100g)	Toplam monomerik antosiyanin konsantrasyonu (mg CGE/100 g taze meyve)
Ordu	4.1± 0.15	114± 0.17	302.7 ± 0.85
Trabzon	3.9± 0.12	125± 0.25	320.7 ± 0.33

Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Ordu ve Trabzon illeri *Aronia melanocarpa* meyvelerinin biyokimyasal analiz sonuçları Çizelge 5'te, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g numune)

Ordu ve Trabzon illerine ait *Aronia melanocarpa* meyve ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Bitkilerin sekonder metabolit miktarı biyokimyasal, fizyolojik ve ekolojik süreçlerin yanında çevresel faktörlerden de etkilenebilmektedir (Harborne, 1993). Bitkilerin önemli fitokimyasal bileşimlerinden olan toplam fenolik madde miktarı ve çeşidinin coğrafi kökenine bağlı olduğu belirtilmektedir (Gouvinhas ve ark., 2020). Aronya bitkisi, yıllık 700-800 mm yağış alan bölgelerde yetişebilir, ancak anavatanı olan bölgelerin yıllık yağış miktarı 1000-1400 mm arasında bildirilmiştir (Kadioğlu ve Yılmaz, 2023). Trabzon örneklerinin alındığı bölgenin yıllık yağış miktarı 860.1 mm, Ordu'nun ise 1189.2 mm olup bu sonucu destekler niteliktedir. Sıcaklık ve yağış, bitkinin büyüme ve gelişmesinde, dolayısıyla bitki sekonder bileşenlerinin artmasında önemli rol oynar (Chelghoum ve ark., 2021). Malatya ili Viking aronya meyvelerinin metanol ekstraktları ile yapılan çalışmada toplam fenolik madde miktarı 38.41 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlardan yüksektir. Aronya meyvelerinin fitokimyasal bileşenlerinin nem, sıcaklık, yağış, genotip ve çevresel faktörlere göre değiştiği rapor edilmektedir (King ve Bolling, 2020; Jurendic ve Scetar, 2021; Yaman, 2022).

DPPH Radikali Giderme Aktivitesi

Bu çalışmada, meyve örneklerinin metanol ekstraktlarının DPPH serbest radikalini süpürme aktivitesi IC50 değerleriyle ifade edilmiştir. Analiz sonuçları, DPPH radikali giderme aktivitelerinin istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir. Düşük IC50 değerine sahip örnekler, DPPH radikali süpürmede daha etkindir. Ordu ili meyve örneklerinin DPPH radikali süpürme aktivitesi (0.1333), Trabzon örneklerinkinden (0.1540) daha etkindir, bu da bölgesel farklılığın etkili olduğunu gösterir (Çizelge 5). Özdemir ve Özkan (2020)'in yaptığı çalışmada aronyada DPPH radikali süpürme aktivitesi için hesaplanan IC50 değeri 1.8 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmadaki aronya meyvesinin DPPH radikallerini süpürme etkinliği daha yüksek bulunmuştur.

AChE ve BuChE İnhibisyon Sonuçları

Yapılan çalışmada bu değerler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.5$). Ordu ili meyve örneklerinin IC50 değeri 0,3553 olarak, Trabzon örneklerinin IC50 değeri ise 0,5023 olarak hesaplanmıştır. Galantamin için IC50 değeri 0,042 mg/ml olarak kaydedilmiştir (Çizelge 5). Galantaminin yaklaşık 10 kat daha etkili olması, örneklerimizin inhibisyonunda daha az etkili olduğunu göstermektedir. Butiril Kolinesteraz (BuChE) inhibisyonu testlerinde, 0,049 mg/ml galantamin %50 inhibisyon sağlarken, Ordu örnekleri 1,222 mg/ml, Trabzon örnekleri ise 19,648 mg/ml ile %50 inhibisyon sağlamıştır. Doğal ürünlerin IC50 değerlerinin 0,029-0,178 mg/ml arasında değiştiği bildirilmiştir (Wszelaki ve ark., 2010). Bizim sonuçlarımız bu değerlerin üzerindedir. Bu veriler önemlidir, çünkü ülkemizde yetişen aronya meyvelerinin kolinesteraz inhibitör aktivitesi rapor edilmemiştir.

Çizelge 5. Trabzon ve Ordu ilinde yayılış gösteren *Aronia melanocarpa* meyvesinin biyokimyasal analiz sonuçları

Biyokimyasal Analiz Sonuçları		N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maximum
Toplam Fenolik madde (mg GAE/g)	Trabzon	3	11.11	.14	11.03	11.28
	Ordu	3	13.09	.42	12.81	13.58
	Toplam	6	12.10	1.11	11.03	13.58
DPPH (IC 50-mg/ml)	Trabzon	3	10.54	.17	10.44	10.74
	Ordu	3	10.99	.35	10.75	11.40
	Toplam	6	1.77	.35	10.44	11.40
AChE İnhibisyonu (IC 50-mg/ml)	Trabzon	3	8.09	.29	7.83	8.41
	Ordu	3	11,10	.79	10.47	12.00
	Toplam	6	9.60	.73	7.83	12.00
BuChE İnhibisyonu (IC 50-mg/ml)	Trabzon	3	4.30	.10	4.20	4.40
	Ordu	3	4.83	.05	4.80	4.90
	Toplam	6	4.57	.30	4.20	4.90
Toplam Flavonoid (mg QE/g)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52
APX (U/mg protein)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52
SOD (U/mg protein)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52
GPX (U/mg protein)	Trabzon	3	5.50	.020	5.48	5.52
	Ordu	3	5.14	.053	5.10	5.20
	Toplam	6	5.32	.20	5.10	5.52

Toplam Flavonoid Madde Miktarı Sonuçları

Aronya meyvelerinin toplam flavonoid miktarı Ordu örneklerinde 97.83 mg QE/g, Trabzon örneklerinde ise 85.36 mg QE/g olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar literatür ile benzerlik göstermektedir. Özellikle meyvelerde bol miktarda bulunan flavonollerin aronyada 8,9-89 mg QE/g olarak bulunduğu bildirilmiştir (Paredes-López ve ark., 2010; Metiner ve Ersus, 2023). Önemli antioksidan aktiviteye sahip olan bitkiler aleminde yaygın bulunan polifenolik bileşiklerden olan flavonoidlerin içeriği çevre şartlarına göre farklılık gösterebilmektedir (Başaran, 2023).

Antioksidan Enzim Aktiviteleri (APX, SOD, GPX) Sonuçları

Yapılan çalışmada iki lokalitenin antioksidan enzim aktiviteleri karşılaştırılmış olup her iki lokalitenin yaş meyve örneklerinde yapılan peroksidaz analizlerinden APX ve SOD aktivite değerleri Ordu örneklerinde, GPX aktivite değerleri ise Trabzon örneklerinde yüksek bulunmuştur. Bununla beraber literatüre göre düşük bulunan bu enzim aktivitelerinin yapılan tarım uygulamasına, meyvenin olgunluk durumuna göre değişkenlik gösterdiği ifade edilmektedir (Frias-Moreno ve ark., 2021). Yaşar ve ark (2008) tarafından tuz stresinin karpuzun (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidatif enzimleri üzerine olan etkisinin belirlendiği çalışmanın kontrol grubu denemelerindeki enzim sonuçları bizim çalışmamızın sonuçlarına benzerlik göstermektedir. Bu da çalışma yapılan lokalitelerde aronya meyvesinin yetiştirildiği ortam şartların strese yol açacak özellikte olmadığını gösteriyor olabilir. Tian ve ark. (2013)' e göre, reaktif oksijen türleri (ROS) meyve yaşlanması sürecinde rol oynar ve mitokondriyal proteinler yaşlanma sırasında oksidatif süreçlerle hasar gördüğünden, ROS seviyelerindeki bu artış, antioksidan enzimlerin biyosentezi ile ilişkilendirilmiştir. Peroksidaz enzimlerinin bozulmaya dirençli bir özelliğe

sahip olduğu belirtilmektedir (Gong ve ark., 2005). Ayrıca APX, H₂O₂'yi H₂O'ya, SOD ise O₂ 'ni H₂O₂'ye dönüştürerek oksijene bağlı toksisiteyi önler, dolayısıyla reaktif oksijen türlerinin detoksife edilmesinde rol oynar. GPX ise H₂O₂ ile lipid peroksidlerini etkisizleştirerek hidrojen peroksitten kaynaklı hasardan hücreleri korumaktadır (Abouzari ve Fakheri, 2015). Domates, bezelye gibi bitkilerde strese karşı GPX'in koruyucu bir görev yaptığı belirtilmektedir (Tekbaba, 2019).

Çizelge 6. İncelenen biyokimyasal özelliklerin varyans analiz sonuçları

Varyans Analiz Sonuçları		K. T.	df	K. O.	F	Sig.
Toplam Fenolik madde (mg GAE/g)	Gruplar arası	23.83	1	23,83	161.89	.000
	Gruplar içi	.59	4	.15		
	Toplam	24.42	5			
DPPH (IC 50-mg/ml)	Gruplar arası	.00	1	.00	240.25	.000
	Gruplar içi	.00	4	.00		
	Toplam	.00	5			
AChE İnhibisyonu (IC 50-mg/ml)	Gruplar arası	.032	1	.03	3.94	.12
	Gruplar içi	.033	4	.01		
	Toplam	.065	5			
BuChE İnhibisyonu (IC 50-mg/ml)	Gruplar arası	509.28	1	509.28	3.60	.13
	Gruplar içi	565.09	4	141.28		
	Toplam	1074.37	5			
Toplam Flavonoid (mg QE/g)	Gruplar arası	233.26	1	233.26	3.24	.15
	Gruplar içi	287.93	4	71.98		
	Toplam	521.18	5			
(APX)(U/mg protein)	Gruplar arası	,00	1	.00	1.70	.26
	Gruplar içi	,00	4	,00		
	Toplam	,00	5			
SOD (U/mg protein)	Gruplar arası	.00	1	.00	21.23	.01
	Gruplar içi	.00	4	.00		
	Toplam	.00	5			
GPX (U/mg protein)	Gruplar arası	.36	1	.36	.98	.38
	Gruplar içi	1.47	4	.37		
	Toplam	1.83	5			

K.T; Kareler Toplamı, K.O; Kareler Ortalaması, Sig; Önemlilik

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma Viking çeşidi aronya meyvesinin yağış, sıcaklık, toprak gibi farklı ekolojik şartlardaki morfolojik ve fitokimyasal varyasyonlarının karşılaştırıldığı ilk çalışmadır. Elde edilen bütün sonuçlar çalışma lokaliteleri açısından değerlendirildiğinde; meyve en, boy, ŞÇKM miktarı, pH, toplam fenolik madde, DPPH radikali giderme aktivitesi, toplam flavonoid madde miktarı APX ve SOD enzim aktivitesi Ordu, TEA, C vitamini, toplam monomerik antosiyanin konsantrasyonu, asetil kolinesteraz, butiril kolinesteraz inhibisyonu ve GPX enzim aktivite değerleri ise Trabzon meyve örneklerinde yüksek bulunmuştur. Bundan sonraki süreçte farklı bölgelere ait aynı çeşit aronya meyvelerinin ekolojik ve fitokimyasal varyasyonları belirlenerek alternatif fonksiyonel gıdalar üretilebilir.


Teşekkür: Çalışmanın biyokimyasal analizlerinin yapımındaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Melek ÇOL AYVAZ'a teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Tuğba ÖZBUCAK  <http://orcid.org/0000-0002-4784-3537>

Ahmet Faruk GÜMÜŞ  <http://orcid.org/0009-0003-1239-1299>

KAYNAKLAR

- Abouzari, A. ve Fakheri, B. A. 2015. Reactive oxygen species: generation, oxidative damage, and signal transduction. *International Journal of Life Sciences*, 9(5), 3-17.
- Balci, G. ve Keles, H. 2019. Bazı ahududu çeşitlerinin Yozgat ekolojisinde adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(6), 823-829.
- Başaran, U. ve Kardeş, Y. M., Gülümser, E., Doğrusöz, M. Ç., Hanife, M. U. T. 2023. Yozgat Ekolojik Koşullarında Yazlık ve Kışlık Olarak Yetiştirilen Bazı Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Genotiplerinin Tane Verimi ve Kalite Özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(2), 211-220.
- Bayram, H. M., Öztürkcan A. 2022. Üzümün Meyvelerinin Biyoaktif Bileşenleri ile İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 20(4), 442-453.
- Blois M.S. 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181.
- Chelghoum, M., Guenane, H., Tahri, D., Laggoun, I., Marfoua, F.Z., Rahmani, F.Z., Khenifer, F. ve Yousfi, M. 2021. Influence of altitude, precipitation, and temperature factors on the phytoconstituents, antioxidant, and α -amylase inhibitory activities of *Pistacia atlantica*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 4411-4425.
- Engin, S. P. ve Mert, C. 2024. Yalova Koşullarında Bazı Aronya Çeşitlerinin Fenolojik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bahçe*, 53(1), 27-33.
- Erdem, S. Ö., & Karakoyun, M. (2023). Bilecik Ekolojisinde Yetiştirilen Ahududu (*Rubus idaeus* L.) Çeşitlerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(2), 1356-1362.
- Fijalkowski, K. L. ve Kwarciak-Kozłowska, A. 2020. Phytotoxicity assay to assess sewage sludge phytoremediation rate using guaiacol peroxidase activity (GPX): A comparison of four growth substrates. *Journal of environmental management*, 263, 110413.
- Flocco, C.G. ve Giulietti, A.M. 2007. In vitro hairy root cultures as a tool for phytoremediation research. *Phytoremediation: methods and reviews*, 23, 161–173. <https://doi.org/10.1007/978-1-59745-098-0>.
- Frías-Moreno, M. N., Parra-Quezada, R. A., González-Aguilar, G., Ruíz-Canizales, J., Molina-Corral, F. J., Sepulveda, D. R. ve Olivas, G. I. 2021. Quality, bioactive compounds, antioxidant capacity, and enzymes of raspberries at different maturity stages, effects of organic vs. Conventional fertilization. *Foods*, 10(5), 953.
- Ghasemzadeh, A., S. Ashkani, A. Baghdadi, A. Pazoki, H.Z. Jaafar and A. Rahmat. 2016. Improvement in flavonoids and phenolic acids production and pharmaceutical quality of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) by ultraviolet-b irradiation. *Molecules*. 21: 1-15.
- Gouvinhas, I., Pinto, R., Santos, R., Saavedra, M.J. ve Barros, A. 2020. Enhanced phytochemical composition and biological activities of grape (*Vitis vinifera* L.) Stems growing in low altitude regions. *Scientia Horticulturae*, 265, 1-8.
- Gümüştpe, L., Aydın, E. ve Özkan, G. 2022. Avokadonun biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkileri. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 10(1), 341-359.
- Harborne, J.B, 1993. Introduction to ecological biochemistry. *Aca. Press*. New York, 336 pp.
- Jurendic T. ve Scetar M. 2021. *Aronia melanocarpa* products and by-products for health and nutrition: A review. *Antioxidants*, 10(7): 1052.
- Kadioğlu, Y. ve Yılmaz, Y. 2023. Samsun Örneğinde Klimatik Özelliklerin Aronya Yetiştiriciliği Açısından Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(4), 1137-1146.
- Katar, D., Kacar, O., Kara, N., Aytaç, Z., Gökse, E., Kara, S. ve Elmastaş, M. 2017. Ecological variation of yield and aroma components of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, 7, 131-135.
- King, E. S. ve Bolling, B. W. 2020. Composition, polyphenol bioavailability, and health benefits of aronia berry: A review. *Journal of Food Bioactives*, 11.
- Metiner, E. E. ve Ersus, S. 2023. The effects of different drying methods on the quality of Aronia (*Aronia melanocarpa*) fruit and its dried powder. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2023, 60 (2):353-362.

- Neves, V.A. ve Lourenço, E.J. 1998. Peroxidase from peach fruit: thermal Stability. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 41, 179–186.
- Ochmian I., Grajkowski J. ve Smolik M. 2012. Comparison of Some Morphological Features, Quality and Chemical Content of Four Cultivars of Chokeberry Fruits (*Aronia melanocarpa*). *Not Bot Horti Agrobo*, 40(1):253-260.
- Özdemir, K. ve Özkan, E. E. 2020. Aronia sp. Meyvelerinin Kimyasal Bileşimi ve Biyolojik Aktiviteleri. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 44(3), 557-570.
- Özder, A. 2021. Bazı Aronya Çeşitlerinin (*Aronia melanocarpa* L.) Gelişme Performanslarının Belirlenmesi *Master's Thesis, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Öztürk, B., Bektas, E., Aglar, E., Karakaya, O. ve Gun, S. 2018. Cracking and quality attributes of jujube fruits as affected by covering and pre-harvest Parka and GA3 treatments. *Scientia Horticulturae*, 240, 65-71.
- Öztürk, A. 2023. Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot) meyve suyu antosiyaninlerinin ısı ve depolama stabiliteilerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Pantelidis, G.E., Vasilakakis, M., Manganaris, G.A. ve Diamantidis, G.R. 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*, 102(3): 777-783.
- Paredes-López, O., Cervantes-Ceja, M. L., Vigna-Pérez, M. ve Hernández-Pérez, T. 2010. Berries: improving human health and healthy aging, and promoting quality life—a review. *Plant foods for human nutrition*, 65, 299-308.
- Rodríguez-Werner, M. Winterhalter, P. and Esatbeyoglu, T. 2019. Phenolic composition, radical scavenging activity and an approach for authentication of *Aronia melanocarpa* berries, juice, and pomace. *J. Food Sci.*, 84:1791-1798.
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, JA., & Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 270-276.
- Singleton V.L., Rossi J.A. 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am J Enol Vit*, 16, 144.
- Senol, S., Orhan, I., Yilmaz, G., Çiçek, M. ve Sener, B. 2010. Acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, and tyrosinase inhibition studies and antioxidant activities of 33 *Scutellaria* L. taxa from Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48,781–788
- Tekbaba, A. G. 2019. Sülfonat grupları ile Substitue edilmiş suda çözünür fitalosiyantinlerin *Chlorella vulgaris* gelişimi ve antioksidan parametreleri üzerine etkisi (Doctoral dissertation, *Sakarya Üniversitesi* (Turkey).
- Telci, I., Demirtas, I., Bayram, E., Arabacı, O. ve Kacar, O. 2010. Environmental variation on aroma components of pulegone/piperitone rich spearmint (*Mentha spicata* L.). *Industrial Crops Products* 32, 588–592.
- Telci, I., Kacar, O., Bayram, E., Arabacı, O., Demirtaş, I., Yılmaz, G., Özcan, I., Sönmez, Ç. ve Göksu, E. 2011. The effect of ecological conditions on yield and quality traits of selected peppermint (*Mentha piperita* L.) clones. *Industrial Crops Products* 34, 1193–1197.
- Tian, S.; Qin, G.; Li, B. 2013. Reactive oxygen species involved in regulating fruit senescence and fungal pathogenicity. *Plant Mol. Biol.*, 82, 593–602.
- Tolic, M. T., Jurcevic, I. L., Krbavcic, I. P., Markovic, K. and Vahcic, N. 2015. Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Quality of Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Products. *Food Technology and Biotechnology*, 53 (2): 171-179.
- Wilkes, K., Howard, L. R. and Prior, R. L. 2014. Changes in chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) polyphenols during juice processing and storage. *J. Agric. Food Chem.*, 62: 4018–4025.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpaya, T. Ve Uzal, Ö. 2008. Tuz stresinin karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidatif enzim (SOD, CAT, APX ve GR) aktivitesi üzerine etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of*

Agricultural Sciences, 18(1), 61-65.

Yılmaz, A., Güler, E., Soydemir, H. E., Demirel, S., Mollahaliloğlu, S., Çiftçi, V. ve Karadeniz, T. 2021. Miracle plant: Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*). *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(1), 83-94.

Zhang, Y., Zhao, Y., Liu, X., Chen, X., Ding, C., Dong, L. and Xiao, F. 2021. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as a new functional food relationship with health: *An overview*. *Journal of Future Foods*, 1(2), 168-178.