

Bazı Elma ve Armut Çeşitlerinde Fitokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Kerem MERTOĞLU¹ Yasemin EVRENOSOĞLU¹

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir, Türkiye
Sorumlu yazar: kmertoglu@ogu.edu.tr

Geliş tarihi: 15.05.2019, Yayına kabul tarihi: 12.06.2019

Özet: Bu çalışma bazı elma ve armut çeşitlerini fitokimyasal olarak karakterize etmek amacıyla 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, titre edilebilir asit (TEA), Vitamin C, toplam fenol ve antioksidan aktivite (AOA) özelliklerinin elma türünde, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve pH değerlerinin ise armut türünde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Elma çeşitlerinde; TEA, Vitamin C, toplam fenol, AOA, SÇKM ve pH değerlerinin sırası ile %1.35 - % 0.34, 5.63 – 2.41 mg/100 mL, 494.8 – 158.68 mg/L, %78.23 – %55.94, %12.93 – %10.65, 3.73 – 3.00 aralıklarında olduğu tespit edilmiştir. Armut çeşitlerinde ise bu değerler; %0.5 – 0.13, 5.77 – 1.52 mg/100 mL, 334.76 – 103.49 mg/L, %78.43 – %11.93, %15.78 – %11.78, 4.87 – 3.47 sınırlarında değişim göstermiştir. Her iki türde, asitliğin artışına paralel olarak, toplam fenol miktarı, Vitamin C ve antioksidan aktivitenin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca korelasyon analizleri sonucunda, toplam fenol ve Vitamin C miktarında meydana gelen artışın antioksidan aktiviteyi artırdığı belirlenmiştir. ‘Jersey Mac’ incelenen özellikler bakımından diğer elma çeşitlerinden çok daha üstün bulunurken, genel olarak, erkenci çeşitlerin fitokimyasal açıdan daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Armut çeşitleri arasında ise ‘Limon’, ‘Santa Maria’, ‘Conference’ ve ‘Moonglow’ çeşitleri ön plana çıkmıştır. Elde edilen verilerin, hem tüketici tercihlerini hem de ıslah programlarında ebeveyn seçimini yönlendirebileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Korelasyon, *Malus x domestica* Borkh., *Pyrus communis*, Toplam fenol, Vitamin C

Determination of Phytochemical Characteristics of Some Apple and Pear Cultivars

Abstract: This study was carried out in 2017 and 2018 with the aim of characterize some apple and pear varieties in terms of phytochemical characteristics. As a result of the study, when the average values of cultivars belong to species were examined, it was found that the properties of titratable acidity (TA), Vitamin C, total phenol and antioxidant activity (AOA) were higher in apple, while soluble solid content (SSC) and pH values were higher in pear. In apples, TA, Vitamin C, total phenol, AOA, SSC and pH values were determined in the range of %1.35 - % 0.34, 5.63 – 2.41 mg/100 mL, 494.8 – 158.68 mg/L, %78.23 – %55.94, %12.93 – %10.65, 3.73 – 3.00 respectively. In pears, these values varied between %0.5 – 0.13, 5.77 – 1.52 mg/100 mL, 334.76 – 103.49 mg/L, %78.43 – %11.93, %15.78 – %11.78, 4.87 – 3.47. It was detected that, total phenolic content, vitamin C and antioxidant activity was increased corresponding to increasing of the acidity in both species. In addition, as a consequence of the correlation analysis, antioxidant activity increased by rising of total phenolics and vitamin C content. It was found that ‘Jersey Mac’ was superior than the other apple cultivars in terms of investigated features, and early harvested cultivars had better phytochemical features, generally. ‘Limon’, ‘Santa Maria’, ‘Conference’ and ‘Moonglow’ cultivars were came into prominence among pear varieties. It was thought that, the data obtained from the study can lead the selection of parents in breeding programmes and consumer preferences.

Keywords: Correlation, *Malus x domestica* Borkh., *Pyrus communis*, Total phenol, Vitamin C

Giriş

Üretim alanlarındaki azalmanın aksine, Dünya nüfusunun hızla artmaya devam etmesi, mevcut alanların etkin şekilde kullanılması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır (Nielsen, 2016). Ayrıca, yetiştirilen ürünlerin, nitelik olarak üstün özelliklere sahip olması, dengeli ve sağlıklı beslenme açısından önem arz etmektedir.

Üstün fitokimyasal özellikler sebebiyle, fonksiyonel gıda olarak tanımlanan türlerin, farkındalık düzeyi artan toplumlarda tüketimi yükselme eğilimindedir (Demir ve Aktaş, 2018). Antioksidan türevleri olan; fenol, vitamin, enzim, aromatik amin gibi bileşiklerden, oksidanlara, hidrojen molekülü verilerek, oksidatif strese sebep olabilecek, oksidasyon ve peroksidasyon reaksiyonlarının başlaması önlenmektedir (Dai ve Mumper, 2010). Bu anti-oksidatif etkinin, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar dahil olmak üzere, pek çok kronik hastalığın görülme riskini düşürdüğü belirtilmektedir (Tang ve Tsao, 2017; Pham ve ark., 2019). Fitokimyasal çeşitliliğin ve miktarın yüksek olması, bitkilerin savunma mekanizmasını olumlu yönde etkileyerek, biyotik ve abiyotik stres koşullarına toleransı arttırmaktadır (Güven ve ark., 2005; Sklodowska ve ark., 2018).

Son dönemde, üstün özelliklere sahip genotiplerin geliştirilmesinde, fitokimyasal kompozisyonun iyileştirilmesi ıslahçılar açısından önem kazanmıştır. Bu bağlamda, öncelikle mevcut genetik kaynakların, fitokimyasal içeriklerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Zhang ve ark., 2018; Oszmianski ve ark., 2018; Polat ve ark., 2018; Gundogdu ve ark., 2018; Acero ve ark., 2019). İstenilen özellikler bakımından üstün niteliklere sahip olan ebeveynler, klasik ve modern ıslah yöntemlerinde kullanılarak yeni genotipler geliştirilmektedir (Cevallos-Casals ve ark., 2006; Ramirez-Ambrosi ve ark., 2015; Yazici ve Şahin, 2016; Sahoo ve ark., 2017).

Yaprağını döken meyve türlerinde, Dünya'da, üretim alanı (4.833.841 ha) ve üretim miktarı (83.139.326 ton) bakımından, elma ilk sırada yer almaktadır. Bu türü, 1.385.629 ha'lık üretim alanı ve 24.168.309 ton'luk üretim miktarı ile armut takip

etmektedir (FAO, 2017). Bu çalışmada, yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan, dolayısıyla tüketimi de yüksek olan bazı elma ('Jersey Mac', Summer Red', 'Vista Bella', 'Williams Pride', 'Granny Smith', 'Golden Delicious' ve 'Pink Lady') ile armut çeşitlerinin ('Limon', 'Santa Maria', 'Conference', 'Moonglow', 'Kaiser Alexandre', 'Williams', 'Magness', 'Kiefer', 'Taş', 'Akça' ve 'Ankara') fitokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2017 ve 2018 yıllarında, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesine ait elma ('Jersey Mac', Summer Red', 'Vista Bella', 'Williams Pride', 'Granny Smith', 'Golden Delicious', 'Pink Lady') ve armut ('Limon', 'Santa Maria', 'Conference', 'Moonglow', 'Kaiser Alexandre', 'Williams', 'Magness', 'Kiefer', 'Taş', 'Akça', 'Ankara') koleksiyon parsellerinde yürütülmüştür. Bahçe tesisi, elmalarda 2008 yılında yapılmış olup, çeşitler MM 106 anaçı üzerine aşıllı halde araziye dikilmiştir. Armut çeşitlerinde ise OH x F 333 anaç olarak kullanılmış ve 2011 yılında dikimleri yapılmıştır.

Meyvelerin hasat edilmesinde, daldan kopma direnci ve tat kriteri olarak dikkate alınmıştır (Delaire ve ark., 2015). Her bir ağacın meyveleri diğerleri ile karıştırılmaksızın hasat edildikten sonra katı meyve suyu sıkacağı ile meyve suyuna dönüştürülerek, kaba filtre kağıdı ile süzülükten sonra analizler yapılana kadar -20 °C de muhafaza edilmiştir.

Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), Dijital refraktometre (Atago PR-32, Japan) aracılığı ile ölçülmüş ve sonuçlar yüzde (%) olarak verilmiştir (Karaçalı, 2012).

Vitamin C miktarının saptanmasında, volumetrik titrasyon yöntemi kullanılmıştır. Yönteme göre nişasta indikatör olarak kullanılmış ve potasyum iyodür ile titre edilmiştir. Spinola ve ark.'nın (2013) belirttiği formül doğrultusunda hesaplamalar yapılmış ve sonuçlar mg.100 mL⁻¹ olarak verilmiştir. Titre edilebilir asitlik tayininde, meyve suları, fenolftalein indikatörlüğünde, 0,1 N Sodyumhidroksil çözeltisi ile titre

edilmiş ve sonuçlar, Mertoğlu ve Evrenosoğlu (2017)'nin belirttiği formüle göre hesaplanarak, malik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir.

Toplam fenol ve antioksidan aktivite analizleri için öncelikle meyve suları santrifüj edilmiştir. Toplam fenol miktarının belirlenmesinde, Folin-Ciocalteu yöntemi, Selcuk ve Erkan (2016)'ın belirttiği şekilde yürütülmüştür. Standart eğrinin hazırlanmasında, gallik asit kullanılmış ve sonuçlar mg.GAE L⁻¹ olarak ifade edilmiştir. Antioksidan aktivite analizleri, DPPH yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla öncelikle meyve sularının tamamı karıştırılarak, % 50 inhibisyon sağlayan numune konsantrasyonu (IC50), numunenin konsantrasyonlarına karşı inhibisyon yüzdeleri çizilerek hesaplanmıştır. Her örnekten tespit edilen, IC50 değeri kadar örnek alınarak, DPPH radikalini giderme kabiliyetleri, Polat ve ark (2018)'nin belirttiği yöntemle tespit edilmiş ve sonuçlar yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre tasarlanarak, 2017 ve 2018 yıllarında, 3 tekerrürlü yürütülmüştür. İstatistiksel analizlerde, iki yıla ait veriler birleştirilmiş ve sonuçlar ortalama ± standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. İncelenen özelliklerin çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterip göstermediği Minitab-17 paket programında, one-way ANOVA prosedürü kullanılarak tespit edilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde, Vitamin C, toplam fenol ve antioksidan aktivite özelliklerine ait verilerde, varyansların homojenliği kriteri transformasyon uygulaması sonrası sağlanarak, varyans analizine başlanmıştır. Çeşitler arası farklılıkların ortaya çıkarılmasında, Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde ise korelasyon analizinden faydalanılmıştır (Zar, 2013).

Bulgular ve Tartışma

Elma ve armut çeşitlerinde incelenen fitokimyasal özelliklere ait bulgular Çizelge 1'de görülmektedir. Elma ve armut çeşitleri arasında özellikler açısından istatistiksel düzeyde önemli farklılıklar bulunmuştur.

Özelliklere ait ortalama değerlere, türleri karşılaştırmak üzere bakıldığında, titre edilebilir asit, Vitamin C, toplam fenol ve antioksidan aktivite düzeyleri elmada daha yüksek bulunurken, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve pH değerleri ise armutta daha yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 1).

SÇKM değerleri incelendiğinde, elma çeşitleri arasında, 'Fuji' ve 'Golden Delicious' aynı değeri alarak (%12,93), 'Summer Red' çeşidi (%12,73) ile birlikte üst grupta tespit edilirken, 'Granny Smith' %10,65 ile en düşük SÇKM içeriğine sahip çeşit olarak bulunmuştur. Armut çeşitlerinde ise 'Magness' (%15,78) ve 'Moonglow' (%15,53) çeşitlerinin bu parametre açısından üst grubu oluşturduğu, 'Limon' çeşidinin (%11,78) ise son grupta yer aldığı görülmektedir (Çizelge 1).

Elma çeşitlerinde, pH değerleri bakımından, 'Golden Delicious' (3,73) ve 'Fuji' (3,72) çeşitleri en yüksek değere sahipken, en düşük değer, 'Summer Red' (3,00) çeşidinde ölçülmüştür. Armut çeşitleri arasında, 'Taş' çeşidi (4,87) ilk sırada yer alırken, 'Limon' çeşidi (3,47) bu özellik açısından en düşük değerde tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Elma çeşitlerinde titre edilebilir asitlik bakımından üst grubu, sırasıyla %1,35, 1,32 ve 1,21 değerleriyle; 'Jersey Mac', 'Vista Bella' ve 'Summer Red' çeşitleri oluştururken, 'Golden Delicious' ve 'Fuji' çeşitleri ise sırasıyla %0,39 ve %0,34 değerleriyle son sırada bulunmuştur (Çizelge 1). Benzer şekilde, armut çeşitlerinden 'Limon', 'Santa Maria', 'Kieffer', 'Williams' ve 'Moonglow' sırasıyla %0,50, 0,42, 0,42, 0,40 ve 0,39 değerleriyle üst grubu oluşturmuş, buna karşılık, 'Taş' çeşidi %0,13 değeriyle en alt grupta yer almıştır (Çizelge 1).

Vitamin C miktarı bakımından, elma çeşitleri arasında, 'Jersey Mac' (5,63 mg.100 mL⁻¹) ilk sırada belirlenirken, 'Williams Pride' (2,85 mg.100 mL⁻¹), 'Golden Delicious' (2,46 mg.100 mL⁻¹) ve 'Pink Lady' (2,41 mg.100 mL⁻¹) çeşitleri en alt grupta bulunmuştur (Çizelge 1). 'Moonglow' (5,77 mg.100 mL⁻¹) armut çeşitleri arasında en yüksek Vitamin C düzeyine sahipken, 'Ankara' (1,52 mg.100

mL⁻¹) ise en düşük değerde tespit edilen çeşit olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Elma ve armut çeşitlerinde incelenen fitokimyasal özelliklere ait sonuçlar
Table 1. Results of investigated phytochemical properties in apple and pear cultivars

	SÇKM (%)	pH	TEA (%)	Vitamin C (mg.100 mL ⁻¹)	Toplam Fenol (mg.GAE L ⁻¹)	AOA (%)
ELMA						
Jersey Mac	12,3±0,73ab	3,06±0,19cd	1,35±0,23a	5,63±0,51a	494,81±62,0a	78,23±1.81a
Summer Red	12,73±0,82a	3,0±0,14d	1,21±0,11a	4,42±0,20b	158,67±9,9b	76,38±1.49ab
Vista Bella	12,48±1,57ab	3,05±0,23cd	1,32±0,07a	3,73±0,37bc	225,36±17,43b	74,91±1.75ab
Williams Pride	11,92±1,79ab	3,34±0,21bc	0,93±0,16b	2,85±0,36d	230,42±37,2b	73,03±3.92ab
Granny Smith	10,65±0,58b	3,26±0,05bcd	0,96±0,08b	3,78±0,22b	164,35±41,2b	72,49±3.77ab
Fuji	12,93±1,1a	3,72±0,18a	0,34±0,08c	2,89±0,68cd	212,6±41,5b	69,04±6.47abc
Golden Delicious	12,93±0,53a	3,73±0,09a	0,39±0,09c	2,46±0,81d	221,14±55,8b	66,34±9.30bc
Pink Lady	11,65±0,39ab	3,44±0,08ab	0,74±0,12b	2,41±0,29d	167,22±16,91b	55,94±8.95c
Ortalama	12,20	3,33	0,91	3,52	234,31	70,80
ARMUT						
Limon	11,78±1,13d	3,47±0,21f	0,50±0,09a	2,35±0,25de	264,3±52,6b	78,43±1,66a
Santa Maria	13,25±0,51bcd	3,80±0,11ef	0,42±0,03a	3,72±0,42b	244,92±12,84bc	75,75±1,12a
Conference	14,63±0,65ab	4,56±0,08ab	0,17±0,03bc	3,17±0,26bc	334,76±14,27a	75,09±2,10a
Moonglow	15,53±1,06a	4,01±0,11cd	0,39±0,08a	5,77±0,43a	239,24±20,55bc	72,84±2,42a
Kaiser Alexvere	13,83±1,38abc	4,54±0,18ab	0,24±0,08bc	3,05±0,28c	146,19±11,46ef	54,65±4,41b
Williams	12,73±2,01bcd	3,96±0,13de	0,40±0,1a	2,38±0,24d	214,93±13,96cd	52,27±2,51b
Magness	15,78±0,95a	4,35±0,18bc	0,26±0,06b	2,02±0,43def	184,9±10,0de	32,84±4,0c
Kiefer	14,47±0,6ab	3,79±0,09ef	0,42±0,07a	1,93±0,31def	147,11±5,52ef	26,18±6,95cd
Taş	14,6±0,44ab	4,87±0,28a	0,13±0,02c	1,72±0,16ef	215,6±17,67cd	24,92±5,53d
Akça	12,23±1,25cd	4,44±0,34b	0,18±0,02bc	1,75±0,45def	122,66±13,38fg	15,28±4,73e
Ankara	14,07±1,5abc	4,24±0,22bcd	0,22±0,03bc	1,52±0,31f	103,49±11,14g	11,93±2,79e
Ortalama	13,9	4,18	0,30	2,67	181,65	47,29

SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde, TEA: Titre edilebilir asit, AOA: Antioksidan aktivite

Elma çeşitleri arasında toplam fenol içeriği bakımından, 'Jersey Mac' çeşidi (494,8 mg.GAE L⁻¹), diğer çeşitlerden çok daha yüksek düzeyde tespit edilirken, 'Summer Red' (158,67 mg.GAE L⁻¹) en düşük toplam fenol içeriğine sahip çeşit olmuştur. Armut çeşitleri arasında toplam fenol içeriği, 'Conference' (334,76 mg.GAE L⁻¹) ve 'Ankara' (103,49 mg.GAE L⁻¹) çeşitleri arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1).

Antioksidan aktivite bakımından, elma çeşitleri arasında ki dağılım 'Jersey Mac' (%78,23) ile 'Pink Lady' (%55,94) çeşitleri

arasında değişim gösterirken, armut çeşitlerinde dağılım, 'Limon' (%78,43) ve 'Ankara' (%11,93) çeşitleri arasında tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Daha önce elma tür ve çeşitleri üzerine yürütülen çalışmalar incelendiğinde, Aydın koşullarında SÇKM değerinin; %13.01 ile %14.9, pH değerinin ise 3.35 ile 4.03 aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Tekintaş ve ark., 2006). Erzurum koşullarında, SÇKM oranının %7.73 ile 14.60, pH değerinin 2.9 ile 3.9, titre edilebilir asit miktarının 1.12 ile 4.06 g.L⁻¹ ve Vitamin C miktarının ise 3.3 ile 12.4

mg.100 ml⁻¹ sınırları arasında değişim gösterdiği bildirmiştir (Karşı ve Aslantaş, 2016). Gümüşhane ilinde yürütülen araştırmada, SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik değerleri sırası ile %11.5 - 15.25, 3.53 - 4.87 ve %0.2 - %1.24 aralıklarında tespit edilmiştir (Şenyurt ve ark., 2015). Toplam fenol içeriği bakımından değişimin 105.46 - 269.76 mg.100g⁻¹ (Vieira ve ark., 2009), 312 - 8959 mg.L⁻¹ (Drogoudi ve Pantelidis, 2011), 135.67 - 347.0 mg.L⁻¹ (Okatan ve ark., 2018) aralıklarında bulunduğu bildirilmektedir. DPPH yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite sonuçlarının ise %10.12 - 90.96 (Bai ve ark., 2013), %3.97 - %65.02 (Okatan ve ark., 2018) aralıklarında değişim gösterdiği bildirilmektedir.

Asya armutlarının Uşak ekolojisinde denendiği bir çalışma sonucunda, suda çözünebilir kuru madde miktarı %11.6 - %14.2, titre edilebilir asit miktarı %0.10 - %0.26 ve pH değeri 4.39 - 5.22 aralıklarında değişim göstermiştir (Ekici ve Yıldırım, 2016). Eğirdir ekolojisinde erkenci armutlar üzerine yapılan bir araştırmada, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı %10.58 - 16.33, titre edilebilir asit miktarı %0.10 - 0.94 ve pH değeri 3.21 - 5.4 aralığında değişen değerlerde bulunmuştur (Polat ve Bağbozan, 2014). Toplam fenol miktarının 110 - 190 mg.L⁻¹ (Erdem ve Öztürk, 2012), 307 - 470 mg.L⁻¹ (Özdemir ve ark., 2016), Vitamin C içeriğinin 5.5 - 8.4 mg.100g⁻¹ (Galvis Sanchez ve ark., 2003),

2.02 - 4.50 mg.100g⁻¹ (Özdemir ve ark., 2016) ve DPPH yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite düzeyinin %11.0 - %59.1 (Salta ve ark., 2010), %14.0 - %91 (Li ve ark., 2014) sınırları içerisinde değiştiği bildirilmektedir.

Üzerinde çalışılan elma ve armut çeşitlerinin, genetik yapılarının farklı olması, fitokimyasal özelliklerin geniş aralıkta dağılım göstermesine olanak sağlamıştır (Çizelge 1). Elde edilen sonuçların, büyük ölçüde önceki çalışmalar ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Farklılığın temel olarak incelenen çeşitlerin farklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmekle beraber, ekolojik faktörlerin ve yetiştiricilik şartlarının değişmesine paralel olarak, fitokimyasal özellikler de değişim göstermektedir (Palmieri ve ark., 2017). İklim ve toprak özelliklerindeki farklılıklar, yetiştiriciliğin yapıldığı alanın coğrafik durumu, hasat şekli ve zamanı, ürünün depolanması veya işlenmesi, uygulanan kültürel işlemlerin yöntem veya dönemsel olarak farklılığı gibi özellikler, fitokimyasal kompozisyonun son şekli üzerine önemli farklılıklara sebep olmaktadır (Li ve ark., 2012; Tiwari ve Cummins, 2013; Gündüz ve Özbay, 2018).

İncelenen özellikler arasındaki ilişkiler, korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Elma ve armut çeşitlerinde, özellikler arasında tespit edilen korelasyon katsayıları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. İncelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

Table 2. The correlation coefficients between the investigated parameters

ELMA					
	AOA	TEA	Vitamin C	Toplam Fenol	SÇKM
TEA	0.54***				
Vitamin C	0.56***	0.66***			
Toplam Fenol	0.38**	0.33*	0.59***		
SÇKM	-0.01öd	-0.1öd	-0.02öd	0.1öd	
pH	-0.45**	-0.81***	-0.66***	-0.21öd	0.26öd
ARMUT					
	AOA	TEA	Vitamin C	Toplam Fenol	SÇKM
TEA	0.47***				
Vitamin C	0.69***	0.30*			
Toplam Fenol	0.78***	0.19öd	0.45***		
SÇKM	-0.06öd	-0.16öd	0.24öd	0.05öd	
pH	-0.36**	-0.79***	-0.21öd	-0.11öd	0.34**

AOA: Antioksidan aktivite, TEA: Titre edilebilir asit, SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde

*: P ≤ 0.05, **: P ≤ 0.01, ***: P ≤ 0.001, öd: önemli değil

İncelenen her iki türde, Vitamin C ile titre edilebilir asit miktarı arasında önemli düzeyde pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Vitamin C ve toplam fenol arasındaki korelasyon katsayıları elma ve armut türleri için sırası ile ($r=0,66^{***}$, $r=0,30^*$) olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde titre edilebilir asit miktarı ile toplam fenol özelliklerinin de birbirleri ile pozitif korelasyon içerisinde olduğu ve elma için korelasyon katsayısının önemli ($r=0,33^*$), armut için ise pozitif yönde fakat önemsiz ($r=0,19^{ö}$) olduğu saptanmıştır. Vitamin C'nin etken maddesi olan askorbik asit ve askorbik asidin oksidasyon ürünleri ile toplam fenolün büyük kısmını oluşturan fenolik asitlerin, asidik özellik göstermeleri, bu özellikler arasında pozitif korelasyonun meydana çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Asit konsantrasyonunun artması ile birlikte pH değerinde düşüşün meydana geldiği bilinmektedir. Çalışmada, titre edilebilir asit miktarı ile pH özellikleri arasında, yüksek derecede negatif korelasyon (elma: $r=-0,81^{***}$, armut: $r=-0,79^{***}$) tespit edilmiştir. Elmalarda, titre edilebilir asit miktarının, Vitamin C ve toplam fenol ile pozitif, pH miktarı ile negatif korelasyona sahip olduğu bildirilmektedir (Vieira ve ark., 2009; Karşı ve Aslantaş, 2016). Titre edilebilir asit miktarı ile pozitif korelasyona sahip olan, Vitamin C ve Toplam fenol özellikleri de, pH ile her iki türde negatif korelasyon içerisinde bulunmuş ancak istatistiksel düzeyde önemlilik sadece elma türünde Vitamin C ve pH ($r=-0,66^{***}$) arasında belirlenmiştir (Çizelge 2).

Antioksidan aktivite ile toplam fenol ve Vitamin C miktarı arasında türlere göre belirlenen korelasyon katsayıları sırası ile elmada, $r=0,38^{**}$, $r=0,56^{***}$; armutta: $r=0,78^{***}$, $r=0,69^{***}$ değerlerinde bulunarak, bu özellikler arasında oldukça yüksek düzeyde ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 2). Pozitif yönde olan ilişkinin, organik ve fenolik asitlerin yüksek antioksidan özellik göstermelerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Zira, Giampieri ve ark (2015) ve Schempp ve ark (2016) organik ve fenolik asitlerin yüksek antioksidan aktivite gösterdiklerini belirtmişlerdir. Toplam fenol, Vitamin C ve

antioksidan aktivite özellikleri arasında pozitif korelasyonun varlığı, elma (Wang ve ark., 2015) ve armut (He ve ark., 2015) türlerinin de dahil olduğu birçok meyve türünde bildirilmektedir (Koley ve ark., 2016; Dong ve ark., 2019; Chang ve ark., 2019). Fenolik ve organik asit miktarlarının artışı, titre edilebilir asitliği yükselterek, pH değerini yükseltmektedir. Nitekim çalışma sonucunda, antioksidan aktivite ve titre edilebilir asitlik miktarı arasında önemli derecede pozitif korelasyon (elma: $r=0,54^{***}$; armut: $r=0,47^{***}$) tespit edilirken, pH özelliği ile önemli derecede negatif korelasyon (elma: $r=-0,45^{**}$; armut: $r=-0,36^{**}$) ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). Benzer durum, Vieira ve ark (2009) tarafından da bildirilmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucunda elma ve armut çeşitleri arasında, fitokimyasal özellikler bakımından yüksek varyasyon olduğu tespit edilmiştir. İncelenen çeşitlerin farklı ıslah programları ve tüketim şekillerinde değerlendirilebileceği kanısına varılmıştır.

Yazlık elma çeşitlerinin ('Jersey Mac', 'Summer Red', 'Vista Bella', 'Williams Pride') antioksidan aktiviteleri yüksek bulunarak, insan sağlığı açısından tüketiminin faydalı olabileceği, bu bağlamda, erkenci çeşitlerin muhafaza sürelerinin uzatılarak, tüketiminin yıl boyunca mümkün hale getirilmesi gerektiği söylenebilir. Ayrıca erkenci çeşitlerde, hasadın erken dönemde yapılmasından dolayı, pestisit kullanımının daha az olması, kalıntı problemlerinin ortaya çıkmaması bakımından da avantaj sağlamaktadır. Geçici çeşitler arasında 'Granny Smith' ve 'Fuji', armut çeşitleri arasında ise 'Limon', 'Santa Maria', 'Conference' ve 'Moonglow' sağlık açısından tercihi önerilen çeşitlerdir.

Sanayiye yönelik çeşitlerin geliştirilmesinde veya ürün işleme aşamalarında, yüksek asit ve düşük pH özelliklerinin, mikroorganizma faaliyetini kısıtlaması ve stabilitenin devamlılığını sağlaması sebepleriyle, elma çeşitleri arasında 'Jersey Mac', 'Summer Red', 'Vista Bella', armut çeşitleri arasında ise

'Limon' çeşidinin ebeveyn olarak kullanılabilmesi öngörülmektedir.

Fitokimyasal kompozisyon bakımından, üstün bulunan, 'Jersey Mac' elma çeşidi ile 'Moonglow', 'Conference' ve 'Santa Maria' armut çeşitlerinin, ıslah çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılması durumunda, istenilen genotiplerin geliştirilmesi noktasında, avantaj sağlayabileceği söylenebilir.

Çalışmada incelenen özellikler, kantitatif nitelikte olup, çevre şartlarına yüksek derecede bağımlı olmaları sebebiyle, bu tip çalışmaların farklı lokasyonlarda, periyodik olarak araştırılması ve tekrar edilmesi gerekmektedir. Ayrıca kantitatif özelliklerin kalıtım derecelerinin düşük olması sebebiyle, kalıtım desenlerinin ortaya çıkarılarak, ıslah çalışmalarında planlamaların doğru şekilde yapılmasına zemin hazırlanmalıdır.

Kaynakça

- Acero, N., Gradillas, A., Beltran, M., Garcia, A. Ve Mingarro, D.M. 2019. Comparison of Phenolic Compounds Profile and Antioxidant Properties of Different Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Varieties. Food chemistry, 2019, 279: 260-271.
- Bai, X., Zhang, H. ve Ren, S. 2013. Antioxidant Activity and HPLC Analysis of Polyphenol-Enriched Extracts from Industrial Apple Pomace. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2013, 93(10): 2502-2506.
- Cevallos-Casals, B.A., Byrne, D., Okie, W.R. ve Cisneros-Zevallos, L. 2006. Selecting New Peach and Plum Genotypes Rich in Phenolic Compounds and Enhanced Functional Properties. Food chemistry, 2006, 96(2): 273-280.
- Chang, Y.L., Lin, J.T., Lin, H.L., Liao, P.L., Wu, P.J. ve Yang, D.J. 2019. Phenolic Compositions and Antioxidant Properties of Leaves of Eight Persimmon Varieties Harvested in Different Periods. Food Chemistry, 2019, 289: 74-83.
- Dai, J. ve Mumper, R.J. 2010. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. Molecules, 2010, 15(10): 7313-7352.
- Delaire, M., Fatoumata, S., Mehinagic, E., Guillermin, P., Patron, C., Le Meurlay, D., ve Symoneaux, R. 2015. Effect of Apple Growth Pattern on Fruit Textural Quality at Harvest and After Cold Storage in cv. 'Braeburn'. Scientia Horticulturae, 2015, 194: 134-137.
- Demir, G. ve Aktaş, N. 2018. A Research on Functional Food Knowledge, Preference and Consumption of University Students. Üniversite Öğrencilerinin Fonksiyonel Besin Bilgi, Tercih ve Tüketimleri Üzerine Bir Araştırma. Journal of Human Sciences, 2018, 15(4): 2387-2397.
- Dong, X., Hu, Y., Li, Y. ve Zhou, Z. 2019. The Maturity Degree, Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Eureka Lemon [*Citrus limon* (L.) Burm. f.]: A Negative Correlation Between Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Soluble Solid Content. Scientia Horticulturae, 2019, 243: 281-289.
- Drogoudi, P.D. ve Pantelidis, G. 2011. Effects of Position on Canopy and Harvest Time on Fruit Physico-Chemical And Antioxidant Properties in Different Apple Cultivars. Scientia Horticulturae, 2011, 129(4): 752-760.
- Ekici, İ. ve Yıldırım, A.N. 2017. Asya Armut (*Pyrus pyrifolia*) Çeşitlerinin Uşak Koşullarında Morfolojik, Fenolojik, Pomolojik ve Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2017, 21(1): 118-124.
- Erdem, H. ve Öztürk, B. 2012. Yapıpraktan Uygulanan Çinko'nun BA-29 Anacı Üzerine Aşılı Armut Çeşitlerinin Verimi, Mineral Element İçeriği ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2012, 7(1): 93-106.

- FAO. 2017. FAOSTAT Online Statistical Service. Available from: <http://faostat.fao.org> (Erişim tarihi: May 2019). United Nations Food and Agriculture Organization, FAO, Roma.
- Galvis Sanchez, A.C., Gil-Izquierdo, A. ve Gil, M.I. 2003. Comparative Study of Six Pear Cultivars in terms of Their Phenolic and Vitamin C Contents and Antioxidant Capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2003, 83(10): 995-1003.
- Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T.Y., Gasparri, M., Alvarez-Suarez, J.M., Afrin, S., Bompadre, S., ... ve Battino, M. 2015. Strawberry as a Health Promoter: An Evidence Based Review. *Food & Function*, 2015, 6(5): 1386-1398.
- Gundogdu, M., Canan, I. ve Okatan, V. 2018. Bioactive Contents and Some Horticultural Characteristics of Local Apple Genotypes from Turkey. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 2018, 28(3): 865-874.
- Gündüz, K. ve Özbay, H. 2018. The Effects of Genotype and Altitude of The Growing Location on Physical, Chemical, and Phytochemical Properties of Strawberry. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2018, 42(3): 145-153.
- Günen, Y., Misirli, A. ve Gulcan, R. 2005. Leaf Phenolic Content of Pear Cultivars Resistant or Susceptible to Fire Blight. *Scientia horticulturae*, 2005, 105(2): 213-221.
- He, J., Yin, T., Chen, Y., Cai, L., Tai, Z., Li, Z., ... ve Ding, Z. 2015. Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of Edible Flowers of *Pyrus pashia*. *Journal of Functional Foods*, 2015, 17: 371-379.
- Karaçalı, İ. 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Hasat Öncesi Dönemde Gelişmeyi Etkileyen Faktörler. Ege Üniversitesi Yayınları, 2012, No: 494, 444s, İzmir.
- Karşı, T. ve Aslantaş, R. 2016. Erzurum'da Yetiştirilen Bazı Elma (*Malus communis* L.) Çeşitlerinin Fenolojik, Pomolojik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2016, 47(1): 11-21.
- Koley, T.K., Kaur, C., Nagal, S., Walia, S. ve Jaggi, S. 2016. Antioxidant Activity and Phenolic Content in Genotypes of Indian jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk.). *Arabian Journal of Chemistry*, 2012, 9: S1044-S1052.
- Li, H., Tsao, R. ve Deng, Z. 2012. Factors Affecting the Antioxidant Potential and Health Benefits of Plant Foods. *Canadian journal of plant science*, 2012, 92(6): 1101-1111.
- Li, X., Wang, T., Zhou, B., Gao, W., Cao, J. ve Huang, L. 2014. Chemical Composition and Antioxidant and Anti-Inflammatory Potential of Peels and Flesh from 10 Different Pear Varieties (*Pyrus* spp.). *Food chemistry*, 2014, 152: 531-538.
- Mertoğlu, K. ve Evrenosoğlu, Y. 2017. Ateş Yanıklığı (*Erwinia amylovora*) Hastalığına Dayanıklılık İslahında, Hastalığa Karşı Testlenmiş F₁ Melez Armut Popülasyonunun Fenolojik ve Meyve Özellikleri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 2017, 14(3): 104-115.
- Nielsen, R.W. 2016. Growth of The World Population in The Past 12,000 Years and Its Link to the I. *Journal of Economics Bibliography*, 2016, 3(1): 1-12.
- Okatan, V., Bulduk, I., Sekara, A., Colak, A. M., Kaki, B. ve Gundogdu, M. 2018. Bioactive Components and Market Quality of Apple (*Malus X Domestica* Borkh.) Fruits Could be Effectively Controlled by Trees Pretreatment with Boric Acid, Melatonin and Gibberellic Acid. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2018, 27(10): 6933-6944.
- Oszmianski, J., Lachowicz, S., Glawdel, E., Cebulak, T. ve Ochmian, I. (2018). Determination of phytochemical composition and antioxidant capacity of 22 old apple cultivars grown in Polve. *European Food Research and Technology*, 244(4): 647-662.
- Özdemir, Y., Akcay, M. E., Ercisli, S., Ozkan, M., & Ozyurt, U. 2016.

- Physical, Chemical, Sensorial and Bioactive Characteristics of Local and Standard Pear Cultivars in Turkey. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 2016, 15(3): 127-139.
- Palmieri, L., Masuero, D., Martinatti, P., Baratto, G., Martens, S. ve Vrhovsek, U. 2017. Genotype-nytttyby-Environment Effect on Bioactive Compounds in Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017, 97(12): 4180-4189.
- Pham, T., Lecomte, S., Efstathiou, T., Ferriere, F. ve Pakdel, F. 2019. An Update on the Effects of Glyceollins on Human Health: Possible Anticancer Effects and Underlying Mechanisms. *Nutrients*, 2019, 11(1): 79.
- Polat, M. ve Bağbozan, R. 2014. Eğirdir (Isparta) Ekolojisinde Yetiştirilen Erkenci Yerli Armut (*Pyrus communis* L.) Tiplerinin Bazı Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2014, 21(1): 9-12.
- Polat, M., Okatan, V., Güçlü, S.F. ve Çolak, A.M. 2018. Determination of Some Chemical Characteristics and Total Antioxidant Capacity in Apple Varieties Grown in Posof/Ardahan Region. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 2018, 2(4): 131-134.
- Ramirez-Ambrosi, M., Lopez-Marquez, D.M., Abad-García, B., Dapena, E., Berrueta, L.A., ve Gallo, B. 2015. Comparative Study of Phenolic Profile of Fruit and Juice Samples of A Progeny of 'Meana'×'Florina' from An Asturian Cider Apple Breeding Program. *European Food Research and Technology*, 2015, 241(6): 769-784.
- Sahoo, T., Verma, M.K., Singh, S.K., Thakre, M., Sharma, R.R. ve Jaiswal, S. 2017. Heterosis and Heterobeltiosis for Morpho-Physical, Phenolics, Flavonoids and Antioxidants in Grape (*Vitis vinifera*) Hybrids. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 87(6): 759-764.
- Salta, J., Martins, A., Santos, R.G., Neng, N.R., Nogueira, J.M., Justino, J. ve Rauter, A.P. 2010. Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Rocha Pear and Other Pear Cultivars—A Comparative Study. *Journal of Functional Foods*, 2010, 2(2): 153-157.
- Schempp, H., Christof, S., Mayr, U. ve Treutter, D. 2016. Phenolic Compounds in Juices of Apple Cultivars and Their Relation to Antioxidant Activity. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 2016, 89: 11-20.
- Selcuk, N ve Erkan, M. 2016. Impact of Passive Modified Atmosphere Packaging on Physicochemical Properties, Bioactive Compounds, and Quality Attributes of Sweet Pomegranates, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2016, 40(4): 475-488.
- Skłodowska, M., Mikicinski, A., Wielanek, M., Kuzniak, E. ve Sobiczewski, P. 2018. Phenolic Profiles in Apple Leaves and The Efficacy of Selected Phenols Against Fire Blight (*Erwinia amylovora*). *European Journal of Plant Pathology*, 2018, 151: 213-228.
- Spinola, V., Mendes, B., Camara, J.S. ve Castilho, P.C. 2013. Effect of Time and Temperature on Vitamin C Stability in Horticultural Extracts. UHPLC-PDA vs Iodometric Titration as Analytical Methods. *LWT-Food Science ve Technology*, 2013, 50(2): 489-495.
- Şenyurt, M., Kalkışım, Ö. ve Karadeniz, T. 2015. Gümüşhane Yöresinde Yetiştirilen Bazı Standart ve Mahalli Elma (*Malus communis* L.) Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 2015, 4(2): 59-64.
- Tang, Y. ve Tsao, R. 2017. Phytochemicals in Quinoa and Amaranth Grains and Their Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Potential Health Beneficial Effects: A Review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7): 1600767.

- Tekintaş, F.E., Kankaya, A., Ertan, E. ve Seferoğlu, H.G. 2006. M9 Anacı Üzerine Aşılı Bazı Elma Çeşitlerinin Aydın İli Koşullarındaki Performanslarının Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 3(2): 27-30.
- Tiwari, U. ve Cummins, E. 2013. Factors Influencing Levels of Phytochemicals in Selected Fruit and Vegetables During Pre-and Post-Harvest Food Processing Operations. Food Research International, 2013, 50(2): 497-506.
- Vieira, F.G.K., Borges, G.D.S.C., Copetti, C., Amboni, R.D.D.M.C., Denardi, F. ve Fett, R. 2009. Physico-Chemical and Antioxidant Properties of Six Apple Cultivars (*Malus domestica* Borkh) Grown in Southern Brazil. Scientia Horticulturae, 2009, 122(3): 421-425.
- Wang, X., Li, C., Liang, D., Zou, Y., Li, P. ve Ma, F. 2015. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Red-Fleshed Apples. Journal of functional foods, 2015, 18: 1086-1094.
- Yazici, K. ve Şahin, A. 2016. Characterization of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Hybrids and Their Potential Use in Further Breeding. Turkish Journal of Agriculture ve Forestry, 2016, 40(6): 813-824.
- Zar, JH. 2013. Biostatistical Analysis: Pearson New International Edition. Pearson Higher Ed.
- Zhang, L., Xu, Q., You, Y., Chen, W., Xiao, Z., Li, P. ve Ma, F. 2018. Characterization of Quercetin and Its Glycoside Derivatives in *Malus* germplasm. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2018, 59(6): 909-917.