

## Doğu Anadolu Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Elma Genotiplerinin Antioksidan Özellikleri

Nurcan ÖZEL<sup>1\*</sup>, İhsan Güngör ŞAT<sup>2</sup>, Hüseyin VURGUN<sup>3</sup>

**ÖZET:** Türkiye, orijin merkezi olarak adlandırılan gen merkezlerinden küçük Asya ve Akdeniz gen merkezlerinin sınırları içerisinde yer almaktadır. Gen merkezleri arasında kabul edilen Doğu Anadolu Bölgesinin yumuşak ve sert çekirdekli meyve türlerinin primer gen merkezi olduğu bilinmektedir. Kaynakların aşırı kullanımı, kirlilik, iklimsel değişiklikler, gelişme baskısı gibi çevresel tahripler ve genetik erozyon gibi nedenlerle zengin kaynaklarımız hızla kaybolmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunmasında ekosistemlerin bir bütün olarak korunması temel yaklaşımdır. Ancak, bu kaynakların yalnızca korunması değil aynı zamanda değerlendirilmesi, sürdürülebilir kullanımı, kayıt altına alınması ve toplumun da bu kaynakları bilinçli olarak koruması önemlidir. Bu genotipler üzerinde detaylı araştırmaların yapılması ve çeşit tescili yönündeki çalışmaların yapılması önem arz etmektedir. Bu çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinin sahip olduğu elma genetik kaynaklarının antioksidan kapasitesinin incelenmesi hedeflenmiştir. Yapılan analizlerde 57 genotip arasında toplam flavonoid miktarı 113.56-1 136.06 mg<sup>-1</sup>kg, FRAP (The Ferric Reducing Ability Of Plasma= Fe<sup>3+</sup> İndirgeme Gücü) 136.04-802.44 µmol<sup>-1</sup>g ve DPPH (2,2-Difenil-1-pikrihidrazil) % inhibisyon 10.59-91.01 arasında bulunmuştur. Çalışma sonucunda elma genotipleri arasında farklılıklar olmakla birlikte tiplerin çoğunlukla yüksek antioksidan kapasiteye sahip oldukları ortaya koyulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu anadolu bölgesi, elma, frap, dpph, flavonoid, genotip

### Antioxidant Properties of Some Apple Genotypes Grown in Eastern Anatolia Region

**ABSTRACT:** Turkey is located within the borders of the smaller Asian and Mediterranean gene centers, which are called the origin centers. The Eastern Anatolia Region that considered among the gene centers is the primary gene centers of the soft and hard seed fruit species. Our rich resources are disappearing due to overuse of resources, pollution, climatic characteristics, progress pressure, destructions and genetic erosion. The conservation of ecosystems as a whole in the conservation of biological diversity is the basic approach. However, it is important that these resources are not only protected, but also assessed, maintained and recorded, and that the community consciously protects these resources. It is important to carry out detailed research on these genotypes and to carry out studies on variety registration. In this study, it is aimed to investigate the antioxidant capacity of apple genetic resources of Eastern Anatolia Region. Among the 57 genotypes in the analysis made the total amount of flavonoids was found to be 113.56-1 136.06 mg<sup>-1</sup>kg, FRAP (The Ferric Reducing Ability of Plasma= Fe<sup>3+</sup> + Reduction Power) 136.04-802.44 µmol<sup>-1</sup>g and DPPH ve DPPH (2,2-Difenil-1-pikrihidrazil) % inhibition 10.59-91.01.

**Keywords:** Eastern anatolia region, apple, frap, dpph, flavonoid, genotype

<sup>1</sup> Nurcan ÖZEL (Orcid ID: 0000-0002-1411-7571), Tokat Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Tokat, Türkiye

<sup>2</sup> İhsan Güngör ŞAT (Orcid ID: 0000-0001-9868-0208), Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

<sup>3</sup> Hüseyin VURGUN (Orcid ID: 0000-0002-8627-7291), Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Meyve-Bağ Bölümü, Erzincan, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nurcan ÖZEL, nurcan.ozel@tarimorman.gov.tr

## GİRİŞ

Roseaceae familyası içerisinde *Malus* cinsine dâhil olan elmanın ana vatanı Anadolu başta olmak üzere Kafkasya ve Türkistan'dır (Özbek, 1978). Ülkemizin iklim şartlarının elverişli olması ve sahip olduğu biyolojik çeşitlilikle gen merkezi olması nedeniyle, Türkiye'nin pek çok yerinde elma yetiştiriciliği yapılmaktadır Dünya elma üretimi 83 139 326 tondur. Türkiye 2017 yılı FAO verilerine göre yaklaşık 3 032 164 ton üzerinde elma üretmiştir. Bu üretimle Türkiye, dünya elma üretiminde üçüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2019). Bu miktarda üretim, meyve veren 61 288 457 adet elma ağacından sağlanmaktadır. TÜİK 2018 yılı bölge verilerine göre Orta Doğu Anadolu Bölgesi (Malatya, Elâzığ, Bingöl, Tunceli, Van, Muş, Bitlis, Hakkâri) elma üretimi 17 533 ton ve Kuzeydoğu Anadolu bölgesi (Erzurum, Erzincan, Bayburt, Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan) elma üretimi 14 164 ton'dur (Anonim, 2019).

Elma çeşitlerinin sayısı Dünya'da 6 500'ü bulmakla birlikte ülkemizde bu rakam 500 olarak ifade edilmektedir (Karaman, 2008). Ancak bu elmaların çok azı gerek meyve kalitesi gerekse muhafazaya uygunluk açısından önem kazanmıştır (Vurgun, 2012). Dünyada yetiştiriciliği en yaygın olarak yapılan elma çeşitleri Starking, Golden, Starkrimson, Grany Smith, Starkspur, Beacon, Jonathan, Black Stoyman Improved iken Türkiye de ise Starking, Golden, Starkrimson ve Amasya elması çeşitleridir (Oğuz ve Karaçayır, 2009).

Meyve ve sebzelerde, fenolik bileşikler, askorbik asit (vitamin C), vitamin E,  $\beta$  karoten gibi antioksidan etkiye sahip bileşikler bulunmaktadır (Wang et al., 1996). Elma karbonhidrat, esansiyel mineraller ile diyet lifi içermesi nedeniyle elma besin içeriği ve sağlığa katkıları bakımından önemli bir yere sahiptir (Coşkun, 2005; Coşkun ve Aşkın, 2016). Elmada fazla miktarda bulunan flavanoidler (Yao et al., 2004), kendilerine indirgen ajan ve hidrojen vericisi olarak görev yapmaktadırlar, ayrıca bu bileşikler singlet oksijen baskılayıcı özellik kazanmış önemli antioksidanlardır (Ignat et al., 2011). Yapılarında (+)-kateşin, (-)-epikateşin, (+) -gallokateşin, (-)- epigallokateşin, (-)-epikateşingallat ve (-)-epigallokateşingallat flavan-3-ollerin gallik asit esterleri, kuersetin, prociyanidin B2, floretin, ve klorojenik asit gibi antioksidan aktiviteye sahip bileşenler bulunmaktadır (Shahidi ve Naczki, 1995; Green, 2007; Kocabaş ve ark, 2015).

Besleyici özellikleri dışında vücudumuza fizyolojik yararlar sağlayan ve/veya kronik hastalık riskini azaltabilen besinlere fonksiyonel besinler denilmektedir. Fitokimyasallar biyolojik olarak aktif bileşikler içerisinde yer almakta olup kanser, koroner kalp hastalığı, diyabet, tansiyon, parazitik hastalıklar ve psikotik bozukluklardaki yararlı etkilerini araştıran bilimsel çalışmaların sayısı hızla artmaktadır (Coşkun, 2005; Boyer ve Liu 2004). Bilindiği üzere elmadaki fitokimyasalların konsantrasyonu birçok faktörlere bağlıdır. Bunlar elmanın çeşidi, hasat zamanı, depolaması ve işlenmesi olabilmektedir. Ayrıca elma kabuğu ve elma eti arasında fitokimyasal konsantrasyonu açısından önemli ölçüde fark vardır (Erdoğan, 2010; Filiz, 2015). Örneğin kabuk kısmı meyve dokusuna göre fenolik bileşenleri daha yüksek düzeyde içerirken genel olarak meyvenin tamamında bulunan bileşenler prosiyanidinler, kateşin, epikateşin, klorojenik asit, piloridzin ve kuersetin konjugatlarıdır (Filiz, 2015).

Doğu Anadolu Bölgesinde elma yetiştiriciliği uzun yıllardan beri yapılmaktadır. İslah değeri yüksek elma çeşitlerinin (Starking Delicious, Golden Delicious, Starkrimson, Grany Smith vb.) yanı sıra çok sayıda elma genotipi de bölgede yetiştirilmektedir. Bu elma genotipleri arasından ıslah değeri yüksek olan bireylerin tespit edilmesi ve değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada bölgede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan yerel tiplerin FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) ve Toplam Flavonoid miktarının belirlenmesi ile antioksidan aktivite

potansiyelinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma aynı zamanda bölgede yetişen elma çeşit zenginliğinin ortaya çıkarılması ve tüketiminin artması açısından da büyük önem taşımaktadır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

1994 yılında Doğu Anadolu Bölgesi Meyve Genetik Kaynakları Projesi kapsamında elma genetik kaynaklarının taranması ve karakterizasyonu çalışmaları için Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü arazisinde, Doğu Anadolu Bölgesinde yetişen 57 elma genotipi 5x4 m dikim mesafesinde her tipten 3 ağaç olacak şekilde koleksiyon bahçesi kurulmuştur. Çalışmanın materyalini bu 57 elma genotipinden alınan meyveler oluşturmuştur. Elmalar preslenip suları elde edildikten sonra adi filtre kağıdından süzölüp analiz edilinceye kadar derin dondurucuda -18°C de bekletilmiştir.

### FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) Yöntemi

1 ml ekstrakt, 10:1:1 (v:v:v) oranında 300 mM sodyum asetat tamponu: 20 mM FeCl<sub>3</sub>:10 mM 2,4,6-tripiryridil-s-triazine (TPTZ) çözeltisi (40 mM HCl'de çözöndürölmüş) karışımı ile karıştırıldıktan sonra 30 dk bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda absorbans belirlenmiştir. FeSO<sub>4</sub> ile hazırlanan çözeltiler yardımıyla kalibrasyon eğrisi çizilmiş ve FRAP cinsinden µM g-1 olarak antioksidan kapasite hesaplanmıştır (Gao et al., 2000).

### DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) Yöntemi

Örnek ekstraktlarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesinin tespit edilmesi için deney tüplerine 500 µl ekstrakt ilave edilerek ve etanol ile 3 ml'ye tamamlanmıştır. Üzerine 500 µl DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. 30 dk karanlık ortamda bekletildikten sonra 517 nm'de absorbansı köre karşı okunmuştur (Blois, 1958). Yüzde inhibisyon (DPPH Radikal Süpürücü Aktivite) Eşitlik 1. de verilen formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ İnhibisyon} = [AK - A\ddot{O} / AK] \times 100 \quad (1)$$

AK: Kontrolün absorbansı

AÖ: Örneğin absorbansı

### Toplam Flavonoid Miktarı (TFM)

Toplam flavonoid konsantrasyonu Zhinsen et al., (1999)'nin uyguladığı metoda göre göre kolorimetrik olarak UV spektrofotometre ile hesaplanmıştır. Deney tüpüne 1 ml ekstrakt alınarak üzerine 4 ml distile su ilave edilmiştir. Sıfırncı dk da 0.3 ml %5 NaNO<sub>2</sub> 5.dk da %10 AlCl<sub>3</sub> ve 6. dk da 2 ml 1 M NaOH ve sonrasında 2.4 ml distile su eklenerek toplam hacim 10 ml ye tamamlanmıştır. Karışımın absorbansı 510 nm de ölçölmüş standart flavonoid olarak (+)- epikateşin kullanılmıştır (Öztan, 2006).

## İSTATİKSEL ANALİZ

Çalışmada İstatistiki analizlerin yapılmasında SPSS.18 paket programı kullanılmıştır (Norusis, 1993). Analizler üç kez tekrarlanmıştır ve sonuçlar tipler arasında ortalama, minimum, maksimum, ± standart sapma olarak ifade edilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada elma genotiplerinin FRAP değerleri 136.04-802.44 µM g<sup>-1</sup>; DPPH değerleri %10.59-91.01; TFM değerleri 113.56- 1136.06 mg kg<sup>-1</sup> arasında tespit edilmiştir (Çizelge 1).

## Doğu Anadolu Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Elma Genotiplerinin Antioksidan Özellikleri

Çizelge 1. İncelenen elma genotiplerinin FRAP ( $\mu\text{M g}^{-1}$ ), DPPH(%) ve TFM değerleri( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Genotip Adı	Lokalite	FRAP	DPPH	TFM
Ağdacık	Erzurum/Tortum	334.44	14.42	357.31
Akaslık	Van/Edremit	706.44	77.15	158.56
Al Yanak	Van/Edremit	524.04	44.76	324.19
Ayvani-1	Erzincan/Kemaliye	721.24	74.10	402.31
Badık	Van/Edremit	772.84	88.52	639.19
Bahar Turş	Van/Edremit	700.44	87.30	338.56
Balalı	Van/Edremit	327.64	45.48	192.94
Banem	Kars/Kağızman	618.84	80.48	139.19
Bayargı	Van/Edremit	771.24	85.69	653.56
Beycan	Erzurum/Olur	721.24	86.13	315.44
Biber	Van/Edremit	666.84	29.40	223.56
Cam	Erzurum/Uzundere	734.44	85.14	232.94
Çay	Erzincan/Kemaliye	690.04	69.05	186.69
Dedegül	Erzurum/Olur	745.24	86.80	402.31
Demir	Gümüşhane/Kürtün	273.64	40.16	154.81
Elma-1	Van/ Bahçesaray	742.44	89.68	292.31
Faruğun Elması	Erzincan/Kemaliye	731.64	82.58	574.81
Ferik	Erzincan/Kemaliye	608.04	33.22	236.06
Fidan	Erzurum/Uzundere	260.44	20.30	114.19
Gelin-1	Kars/Kağızman	724.44	83.97	164.19
Gelin-2	Gümüşhane/Bağlarbaşı	597.24	26.79	183.56
Godil	Gümüşhane/Mescitli	744.44	21824	113.56
Güz Mırızo	Kars/Kağızman	692.84	57.46	150.44
Hacic	Van/Edremit	728.84	67.67	693.56
İngiliz-1	Gümüşhane/Torul	463.24	79.26	329.19
Kafiloğlu	Erzincan/Kemaliye	636.84	45.48	156.69
Karadacık	Erzurum/Tortum	292.44	15.25	193.56
Karanfil	Artvin/Yusufuli	556.84	82.36	186.69
Kavun	Erzincan/Kemaliye	731.24	89.74	327.94
Kerimkes	Van/Edremit	732.04	87.80	207.31
Kış	Erzurum/Olur	662.04	66.94	182.31
Köpük	Gümüşhane/Torul	636.84	64.73	231.06
Küllü	Erzurum/Tortum	768.44	86.08	431.69
Mahsusa	Gümüşhane/Torul	136.04	25903	120.44
Mercimek	Erzincan/Kemaliye	516.44	32.83	257.94
Meydani	Bitlis/Hizan	714.44	81.53	517.31
Nemrut-1	Bitlis	706.44	91.01	287.94
Pamuk-1	Van/Edremit	659.64	33.00	332.94
Sandık	Gümüşhane/Bağlarbaşı	738.44	90.29	567.94
Sarı Göbek	Gümüşhane/Torul	681.24	89.96	369.19
Şah-1	Kars/Kağızman	638.04	36.11	147.94
Şeker	Erzincan/Kemah	620.44	43.70	236.06
Tekerlek	Erzurum/Tortum	718.44	73.93	274.19
Teremagi	Van Bahçesaray	532.04	43.98	202.31
Toprak	Van/Bahçesaray	661.64	56.18	331.69
Tortum-1	Erzurum/Tortum	685.24	41.87	439.81
Tortum-2	Erzurum/Tortum	714.84	78.54	344.19
Tortum-3	Erzurum/Tortum	717.24	84.47	363.56
Tortum-4	Erzurum/Tortum	763.64	88.52	972.94
Tosunburnu	Erzurum/Tortum	225.64	62.90	259.19
Uzundere-1	Erzurum/Uzundere	802.44	86.52	1 136.06
Uzundere-15	Erzurum/Uzundere	713.64	80.20	243.56
Uzundere-21	Erzurum/Uzundere	708.44	90.79	372.94
Vestan Aslıği	Van/Edremit	753.24	80.59	526.06
Yazlık	Erzincan/Kemaliye	726.04	84.75	316.06
Yeşil Göbek	Gümüşhane/Torul	496.04	45.54	169.81
Zigapur	Erzurum/Tortum	729.64	90.63	358.56
Ortalama		<b>631.20</b>	<b>64.65</b>	<b>327.01</b>
Maksimum		<b>802.44</b>	<b>91.01</b>	<b>1 136.06</b>
Minimum		<b>136.04</b>	<b>10.59</b>	<b>113.56</b>
Standart Sapma		<b>157.95</b>	<b>25.29</b>	<b>199.66</b>

Çizelge 1 incelendiğinde TFM miktarı en düşük Godil (113.56 mg<sup>-1</sup>kg epikateşin), en yüksek Uzundere-1 (1 136.06 mg<sup>-1</sup>kg epikateşin) elmasında bulunmuştur. Elmanın flavonoid miktarının 5.3-240.1 mg<sup>-1</sup>kg arasında olduğu belirtilmektedir (Van der Sluis et al., 2001; Karadeniz ve Ekşi, 2001). Bazı yerli elma çeşitlerinin pomolojik ve biyokimyasal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada epikateşin miktarı 24.51-107.37 mg/kg arasında bulunmuştur (Coşkun, 2016). Wu ve ark. (2007) Granny Smith' elma çeşidinde fenolik asitlerden klorojenik asidin 6.88 mg<sup>-1</sup>kg, epikateşinin 40.40 mg<sup>-1</sup>kg, kateşinin 2.02 mg<sup>-1</sup>kg, kafeik asidin 2.42 mg<sup>-1</sup>kg olarak tespit etmişlerdir. Öztürk (2018), 'Granny Smith Challenger elma çeşidinin epikateşin miktarını 131,85 mg<sup>-1</sup>kg olarak tespit etmiştir. Murathan (2017) yürüttüğü bir çalışmada rakım ile birlikte toplam flavanoid madde içeriğinin arttığını tespit etmiştir. Doğu Anadolu Bölgesinin rakımı göz önüne alındığında bulgular literatürü desteklemektedir.

Koleksiyon parselindeki elmalarda FRAP değeri en düşük Mahsusa elmasında (136.04 µmol FeSO<sub>4</sub><sup>-1</sup>g), en yüksek Uzundere-1 (802.44 µmol FeSO<sub>4</sub><sup>-1</sup>g) elmasında bulunmuştur. Elmanın antioksidan kapasitesinin belirlendiği bazı çalışmalarda FRAP değeri 378.33-847.22 µmol<sup>-1</sup>g (Lim and Rabeta, 2013) olarak tespit edilmiştir. Henríquez ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada beş farklı elma çeşidinde elmanın kabuğunda ortalama 118,802 µmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup>, meyve dokusunda ortalama 20,078 µmol Fe<sup>+2</sup> g<sup>-1</sup> FRAP tespit etmişlerdir.

DPPH değeri en düşük Godil (%10.59), en yüksek Nemrut-1 (%91.01) elmasında bulunmuştur. DPPH değeri bazı araştırmacılar tarafından %24.26-73.40 (Lim and Rabeta, 2013; Abacı ve Sevindik, 2014), %16.07-87.21 (Yıldırım ve ark., 2019) arasında bulunmuştur. Dört farklı elma kültüründe yapılan bir çalışmada % inhibisyon 19.99-63.92 arasında tespit edilmiştir (Jelodarian ve ark., 2012).

Bu çalışmada araştırmacılar tarafından bildirilen sonuçlar bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile genel anlamda uyumlu bulunmuş, bulgulardaki farklılıkların özellikle bölgesel iklim şartları, yetiştirme koşulları, elma ağacının yaşı gibi çeşitli faktörlerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

## SONUÇ

Çalışmanın yapıldığı elma koleksiyon parselinden seçilen 57 genotip içerisinde yazlık, güzlük ve kışlık olarak değerlendirilebilecek tipler görülmektedir. Ayrıca bu elma genotipleri içerisinde periyodisite göstermeyenler olduğu gibi periyodisiteye eğilimi bulunan ve kısmen periyodisite gösteren tipler de yer almaktadır. Bu elma varlığı bölgede genetik karakter havuzu genişliğine işaret etmekte olup, ıslahçılar için değerli bir kaynak teşkil etmektedir. Tüketicilerin elmaların içerdiği antioksidan maddelerden daha fazla faydalanmaları açısından onları kabuklu olarak tüketmeleri bu nedenle önemlidir. Yapılan çalışmada elma genotiplerinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla elmanın fonksiyonel besin olarak değerlendirilmesi üretim potansiyelinin artmasına, bölgesel ve ulusal alanda ihracat seviyelerine katkıda bulunacaktır. Yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan elma çeşitleri üzerinde yapılan araştırma sayıları yüksekken, küçük alanlardaki yerel çeşitlerin üzerine yapılan araştırmaların artırılması gerekmektedir. Bu yerel çeşitlerin çoğaltılması ve yetiştiriciliğinin yapılması, tavsiye edilmektedir. Daha geniş çaplı çalışmaların yapılması, genetik potansiyellerine tam olarak ulaşılması ve değerlendirilmesi açısından önemlidir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Erzinan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün desteği ile yapılmıştır. Çalışma esnasında yardımlarını esirgemeyen kurum çalışanlarına teşekkür ederiz.



**KAYNAKLAR**

- Abacı, Z. T., ve Sevindik, E., 2014. Ardahan Bölgesinde Yetiştirilen Elma Çeşitlerinin Biyoaktif Bileşiklerinin ve Toplam Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24(2): 175- 184.
- Akpınar, A. E., 2009. Bazı Elma (*Malus x domestica Borkh.*) Genotiplerinin Ssrs (Simple Sequence Repeats)' A Dayalı Genetik Karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, (Basılmış).
- Alberti, A., Zielinski, A., Couto, M., Nogueira, A., 2017. Distribution of phenolic compounds and antioxidant capacity in apples tissues during ripening. Journal of Food Science and Technology -Mysore- 54(10).
- Anonim, 2019. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi 04.09.2019).
- Anonymous, 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Date of access: 04.09.2019).
- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., Çapanoğlu, E., 2016. Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET)-based assays. J Agric Food Chem 64(5):997–1027.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature. 181: 1199-1200.
- Boyer, J., Liu, R.H., 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. Nutrition Journal, 3: 5. 10.1186/1475-2891-3-5.
- Coşkun, T., 2005. Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2005; 48: 69-84.
- Coşkun, S.2016. Bazı Yerli Elma Çeşitlerinin Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (Basılmış).
- Coskun, S., ve Aşkın, M. A., 2016. Bazı Yerli Elma Çeşitlerinin Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11 (1):120-131.
- El Gharras, H., 2009. Polyphenols: food sources, properties and applications—a review. International Journal of Food Science and Technology, 44(12), 2512-2518
- Erdoğan, S. S., 2010. Elma Posası Tozunun Antioksidan Aktivitesi ile Fenolik Bileşenlerinin Belirlenerek Ekmek Yapımında Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, (Basılmış).
- Ertürk, Y. E., Karadaş, K. Ve Geçer, M., K., 2016. Iğdır İlinde Elma Üretimi ve Pazarlaması. VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 04-07 Ekim. Eğirdir.
- Filiz, B., E., 2015. Elma Cipsinin Bazı Kalite ve Antioksidan Özelliklerine Kurutma, Ambalajlama ve Depolamanın Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (Basılmış).
- Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V., Uggl, M., 2000. Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80, 2021-2027.
- Green, R.C., 2007. Physicochemical Properties and Phenolic Composition of Selected Saskatchewan Fruits: Buffaloberry, Chokecherry and Sea Buckthorn. University of Saskatchewan, PhD Thesis, Saskatoon, (Printed).
- Halvorsen, B.L., Holte, K., Myhrstad, M.C.W., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S.F., Wold, A.B., Haffner, K., Baugerod, H., Andersen, L.F., Moskaug, J., Jacobs, D.R., Blomhoff, R., 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. Journal of Nutrition, 132, 461-471.
- Henríquez, C., Almonacid, S., Chiffelle, I., Valenzuela, T., Araya, M., Cabezas, L., Simpson, R., and Speisky, H., 2010. Determination Of Antioxidant Capacity, Total Phenolic Content and Mineral Composition Of Different Fruit Tissue of Five Apple Cultivars Grown In Chile. Chilean Journal Of Agricultural Research 70(4):523-536.
- Ignat, I., Valf, I. ve Papa, V.I. 2011. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. Food Chemistry, Vol. 126, pp. 1821-1835.
- Jelodarian, S., Ebrahimabadi, A. E., Khalighi, A. ve Batooli, H.2012. Evaluation of antioxidant activity of *Malus domestica* fruit extract from Kashan area. Avicenna Journal of Phytomedicine. Vol. 2, No. 3, 139-145.

- Karadeniz, F ve Ekşi, A. 2001. Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı Üzerine Araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi, 7 (3), 135-141.
- Karaman, Ş., 2008. Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Toplam Antioksidan Kapasitelerinin ve Antioksidan Özellik Gösteren Başlıca Bileşenlerinin Karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, (Basılmış).
- Kırkaya, H., Balta, M. F. ve Kaya, T., 2014. Perşembe (Ordu/Türkiye) Yöresinde Yetiştirilen Elma Genotiplerinin Pomolojik, Morfolojik ve Fenolojik Özellikleri. İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 4(3): 15-20.
- Kocabaş, D. S., Tur, E. ve Kocabaş, A., 2015. Bazı Yerli Elma Çeşitlerinin Fitokimyasal Analizi ve Elma Ağacı Yapraklarının Ksilanaz Üretiminde Değerlendirilmesi. GIDA, 40 (5): 271-278.
- Kütük, A., 2013. Karaman Yerel Elma Çeşitlerinde Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (Basılmış).
- Lim, A. S. L. and Rabeta, M. S. 2013. Proximate analysis, mineral content and antioxidant capacity of milk apple, malay apple and water apple International Food Research Journal 20(2): 673-679.
- Lotito, S.B., Frei, B., 2004. Relevance of apple polyphenols as antioxidants in human plasma: contrasting in vitro and in vivo effects. Free Radical Biology and Medicine, 36 (2), 201-211.
- Murathan ZT (2017). Farklı rakımlarda yetişen Hippophae rhamnoides L. meyvelerinin antioksidan kapasiteleri ve bazı biyoaktif özelliklerinin incelenmesi. Erzincan Uni. J. Sci. Technol. 10(2): 266-277.
- Norusis, M.J., 1993. SPSS for Windows: Base System User's Guide. SPSS, Chicago.
- Oğuz, C., Karaçayır, H. F., (2009). Türkiye'de Elma Üretimi, Tüketimi, Pazar Yapısı ve Dış Ticareti. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 2 (1):41-49.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik. Ç.Ü.Z.F. Yayınları, No: 128, Adana. 486s
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M. 2011 Ilıman İklim Meyve Türleri (Yumuşak Çekirdekli Meyveler Cilt:II). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:556, Bornava, İzmir
- Özgen, M., Ertunç, F., Kınacı, G., Yıldız, M., Birsin, M., Ulukan, H., Emiroğlu, H., Koyuncu, N. ve Sancak, C., 2005. Tarım Teknolojilerinde Yeni Yaklaşımlar ve Uygulamalar. Bitki biyoteknolojisi, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ankara, 1, 315-346.
- Özrenk, K., Gündoğdu, M., Kaya, T., Ve Kan, T., 2011. Çatak ve Tatvan Yörelerinde Yetiştirilen Yerel Elma Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri. YYÜ TAR BİL DERG., 21(1):57-63.
- Öztan T., 2006. Mor Havuç, Konsantresi, Şalgam Suyu, Nar Suyu ve Nar Ekşisi Ürünlerinde Antioksidan Aktivitesi Tayini ve Fenolik Madde Profiline Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (Basılmış).
- Öztürk, A., 2018. 'Granny Smith Challenger' Elma Çeşidinin Biyoaktif İçeriği Üzerine Gölgeleme Uygulamalarının Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 35 (Ek Sayı), 30-37.
- Pellegrini N, Serafini M, Colombi B, Del Rio D, Salvatore S, Bianchi M, Brighenti F., 2003. Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and Oils Consumed in Italy Assessed by Three Different In Vitro Assays. Journal of Nutrition, 133, 2812-2819.
- Raudone, L., Raudonis, R., Liaudanskas, M., Viskelis, J., Pukalskas, A., ve Janulis, V., 2016. Phenolic Profiles and Contribution of Individual Compounds to Antioxidant Activity of Apple Powders. Journal of Food Science. Vol. 00, Nr. 0, doi: 10.1111/1750-3841.13277.
- Raudone, L., Raudonis, R., Liaudanskas, M., Janulis, V., Viskelis, P., 2017. Phenolic antioxidant profiles in the whole fruit, flesh and peel of apple cultivars grown in Lithuania. Scientia Horticulturae, 216, 186-192.
- Wang H, Cao GH, Prior RL. 1996. Total Antioxidant Capacity of Fruits. J Agric Food Chem, 44: 701-705.
- Wojdyło A, Oszmiański J, Laskowski P., 2008. Polyphenolic Compounds and Antioxidant Activity of New and Old Apple Varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 6520-6530.
- Wu J, Gao H, Zhao L, Liao X, Chen F, Wang Z and Hu X (2007). Chemical compositional characterization of some apple cultivars. Food Chemistry, 103: 88-93.
- Van der Sluis, A.A., Dekker, M., de Jager, A., Jongen, W.M., 2001. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(8), 3606-3613.

- Vurgun, H., 1 Ünlü, H. M., Aslantaş, R., Keskin, K., Kadıoğlu, Z., Esmek, İ., Öz, M. H., Karadoğan, B., Kalkan, N. N., Pamir, M., Bozbek, Ö., Albayrak, S., Kızılcı, G., 2011. Doğu Anadolu Bölgesi Meyve Genetik Kaynaklarının Araştırılması (2005-2010Yılları Ara Raporu). VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim, Şanlıurfa.
- Vurgun, H., 2012. Doğu Anadolu Bölgesi Elma Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu, Atatürk Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, (Basılmış).
- Yao, L.H., Jiang, Y.M., Shi, J., Tomas-Barberan, F.A., Datta, N., Singanusong, R., Chen, S.S., 2004. Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59(3), 113-122.
- Shahidi, F., Naczk, M., 1995. *Food Phenolics*. Technomic Publishing Company Book, 199-225, Lanchester, USA.
- Yıldırım, M., Benzer, F., Çimen, M., Barış, D., Yıldırım, H., Sanyürek, N.K. ve Karakavuk, E., 2019. Isparta'da Yetişen Bazı Elma Çeşitlerinin Meyve Eti, Kabuk ve Çekirdek Yuvasındaki Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. *Int. J. Pure Appl. Sci.* 5(1):31-36.