

Farklı Gelişme Kuvvetine Sahip 14 Elma Anacının Yapraklarında Fenolik Bileşenlerin Değişimi

Derya POLAT, Fatma YILDIRIM*

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta
* Sorumlu yazar: fatmayildirim@sdu.edu.tr

Geliş tarihi: 26.01.2016 Yayına kabul tarihi: 05.04.2016

Özet: Bu çalışmada, 2014 yılında, farklı gelişme kuvvetlerine sahip 14 elma anacının yapraklarında, fenolik bileşenlerin miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada; P.16, P.22, M.9, B.469, O.3, Mac.9, M.26, Pi.80, M.7, M.2, B.118, MM.111, M.25 ve A.2 anaçları yer almıştır. Yaprak örnekleri temmuz ayında sürgünlerin orta yerinden alınmıştır. Gallik asit, ferulik, asit, *p*-kumarik asit, 4-hidroksibenzoik asit, phloridzin ve quersetin miktarları Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) tekniği ile saptanmıştır. Fenolik bileşenler üzerine anaç etkisi önemli çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre gallik asit 0.796 (P.16) - 88.536 (O.3) mg/kg; 4-hidroksibenzoik asit 24.28 (B.469) - 202.13 (M.7) mg/kg; *p*-kumarik asit 62.35 (M.9) - 181.15 (M.26) mg/kg; ferulik asit 5.21 (M.25) - 35.59 (P.22) mg/kg; phloridzin 20.41 (B.469) - 149.59 (M.26) mg/kg ve quersetin 11.56 (B.469)- 61.33 (M.2) mg/kg arasında değişmiştir. İncelenen fenolik bileşenlerin toplamı dikkate alındığında; M.26 ve M.2 anaçlarının yaprakları en yüksek değerlere sahip olurken, B.469 ve M.9 anaçları en düşük değerleri göstermişlerdir. Fenolik bileşenler ile gelişme kuvveti arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir.

Anahtar kelimeler: *Malus communis*, anaç, yaprak, fenolik, bodurluk

Variation of Phenolic Content in Leaves of 14 Apple Rootstocks with Varying Growth Vigour

Abstract: The aim of the study, 2014, was to determine the concentration of the main phenols in the leaves of 14 apple rootstocks which has different growth vigour. These are P.16, P.22, M.9, B.469, O.3, Mac.9, M.26, Pi.80, M.7, M.2, B.118, MM.111, M.25 and A.2. The samples of leaves were taken the middle part of the shoots in July. High-performance liquid chromatograph (HPLC) technique was used to quantify the phenols: gallic acid, ferulic acid, *p*-coumaric acid, 4-hydroxybenzoic acid, quercetin and phloridzin. The contents of on phenolic components were affected by the rootstock. According to data the gallic acid was between 0.796 (P.16) and 88.536 (O.3) mg/kg FW; the 4-hydroxbenzoic acid was between 24.28 (B.469) and 202.13 (M.7) mg/kg FW; the *p*-cumaric acid was between 62.35 (M.9) and 181.15 (M.26) mg/kg FW; the ferulic acid was between 5.21 (M.25) and 35.59 (P.22) mg/kg FW; the phloridzin was between 20.41 (M.9) and 149.59 (M.26) mg/kg FW and the quercetin was between 11.56 (B.469) and 61.33 (M.2) mg/kg FW. Considering the total amount of phenolic compounds investigated the leaves of M.26 and M.2 rootstocks had the highest polyphenolic concentration in total, while the leaves of B.469 and M.9 rootstocks had the lowest. There was no a significant relationship between the components of phenolic and growth vigour.

Key words: *Malus communis*, rootstock, leave, phenolic, dwarfism

Giriş

Bitkilerin sekonder metabolitlerinden hidroksil grubunun bağlandığı aromatik olan fenolik maddeler bir benzen halkasına bileşikler olup, bitki biyokimyasal bir (fenol) ya da daha fazla (polifenol) bileşenlerinin önemli bir parçasını

oluşturmaktadır (Karaçalı, 2010). Bitki fenoller; basit fenoller, fenolik asitleri (benzoik ve sinamik asitler), flavanoidleri, kumarinleri, stilbenleri, hidrolize ve kondense tanenleri, lignan ve ligninleri içermektedir (Naczka ve Shahidi, 2004). Fenolik bileşikler bir kısmı meyve ve sebzelerin lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda acılık ve burukluk gibi iki önemli tat unsurunun oluşmasında etkili olurken, bir kısmı ise meyve ve sebzelerin sarı, sarı-esmer, kırmızı-mavi tonlardaki renkleri oluştururlar. Bununla birlikte fenolikler bitki savunma mekanizmasında, stres koşullarında ve tozlaşmada rol oynayarak bitki büyüme ve gelişmesini, verim ve kaliteyi etkilemektedir (Nizamoglu ve Nas, 2010; Karaçalı, 2010). Polifenoller bitkilerde içsel fizyolojik regülatörler ve kimyasal naklediciler olarak rol oynamaktadırlar. Fenoller IAA sentezini, seviyesini, polar taşınımını ve hücre zarı geçirgenliğini etkilemektedir (Usenik ve Stampar, 2002). Fenolik maddelerin miktarı bölge, çeşit, anaç, organ, ontogeni ve kültürel işlemlere göre değişim gösterebilmektedir (Garcia ve ark., 2004). Bunun yanı sıra sadece belirli bir türe özel olma gibi nitelikleri de vardır. Mainla ve ark. (2011) polifenollerin anaç ve çeşitten etkilendiğini bildirmiştir.

Elmada hidroksisinnamik asit türevleri (klorogenik asit), flavonoller (quersetin glikozidler), flavanoller (kateşin, epikateşin, prosiyanidinler) ve dihidrokalkonlar (phloridizin) başlıca fenoliklerdir (Lee ve ark., 2003). Lockhard ve Schneider (1981), elma gövde kabuğunda bulunan fenoller arasında p-hidroksibenzoik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, phloretik asit ve phloridzin olduğunu bildirmiştir (Demirsoy ve Macit, 2007). Yıldırım ve ark. (2016), elma yapraklarında p-hidroksibenzoik asit, eriodiktiyol, ferulik asit, p-kumarik asit, gallik asit ve quersetini belirlemişlerdir.

Bugün başta İngiltere East Malling Enstitüsü olmak üzere dünyanın değişik ülkeleri (ABD, Kanada, Polonya, Rusya, Japonya, Fransa, Hollanda, İsveç, Romanya, Yeni Zelanda) yürüttükleri anaç ıslah programları ile kendi ıslah amaçları doğrultusunda farklı gelişme özelliklerine sahip birçok elma klon anacını

geliştirmişlerdir. Bu anaçların yetenekleri henüz tam olarak belirlenmemiştir. Bu çalışmada, farklı gelişme kuvvetine sahip (bodur, yarı bodur, yarı kuvvetli, kuvvetli) 14 klonal elma anacının, stoolbed ortamında kendi yapraklarının fenolik madde içeriklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Böylelikle anaçların bu bakımdan yetenekleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca bodurluk ile fenolik bileşenler arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2014 yılında, SDÜ Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne ait (TARUM) stoolbed anaç çoğaltma parselinde yürütülmüştür. Yapılan analiz sonucunda deneme alanı toprağı (0-30 cm) tınlı yapıda, hafif alkali, orta tuzlu, kireci fazla, organik maddesi düşük, fosforu fazla ve potasyumu çok fazla olarak değerlendirilmiştir.

Elma klon anaçları çöğür anacının gelişimi (%100) ile kıyaslanarak; çok bodur (%25), bodur (%35-40), yarı bodur (%50-55), yarı kuvvetli (% 65-70) ve kuvvetli (%75-90) olmak üzere sınıflandırılmaktadırlar. Denemede; P.16 (Polonya, çok bodur), P.22 (Polonya, bodur), M.9 (İngiltere, bodur), B.469 (Rusya, bodur), O.3 (Kanada, bodur), Mac.9 (Mark) (ABD, bodur), M.26 (İngiltere, bodur/yarıbodur), Pi.80 (Almanya, bodur/yarı bodur), M.7 (İngiltere, yarı bodur), B.118 (Rusya, yarı kuvvetli/kuvvetli), M.2 (İngiltere, yarı kuvvetli/kuvvetli), MM.111 (İngiltere, yarı kuvvetli/ kuvvetli), M.25 (İngiltere, çok kuvvetli) ve A.2 (İsveç, çok kuvvetli) anaçları kullanılmıştır (Wertheim, 1998) (Şekil 1).

Yaprak örneklerinin alınması

Her anaçtan toplam 30 adet yaprak örneği üç tekerrürlü olarak, temmuz ayının ortasında, o yıl süren sürgünlerin orta kısmından alınmıştır. Alınan yaprak örnekleri hemen laboratuvara getirilerek, çeşme suyunda yıkandıktan sonra saf sudan geçirilmiş ve daha sonra kese kâğıtlarına konularak, 65±5°C'ye ayarlı bir etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuştur.

Kurutulan yaprak örnekleri bir el blenderinde öğütülmüştür.

	Çok Bodur Very dwarf	Bodur Dwarf	Yarı Bodur Semi-dwarf	Yarı Kuvvetli Semi-vigorous	Kuvvetli Vigorous	Cöğür Seedling
100%						
90%						
80%						
70%						
60%						
50%						
40%						
30%						
20%						
10%						
	P.16	M.9 P.22 O.3 M.26 B.469 MAC.9 Bud.9	M.7 PI.80	M.2	MM.111 B.118	M.25 A.2

Şekil 1. Denmede yer alan elma klon anaçlarının gelişme kuvvetlerine göre karşılaştırılması
Figure 1. Comparison of according to growth vigorous of the rootstocks tested in the study

Ekstraksiyon

2 g öğütülmüş örnek üzerine 10 ml %96'lık etanol ilave edildikten sonra 2 dakika homojenizatörde karıştırılmıştır. Daha sonra 1 gece 45 °C'de su banyosunda bekletilmiştir. Bu süre sonunda 5 dakika süreyle 4000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Süpernatant kısım alınarak 45°C'de rotary evaporatörde tamamen kuruyuncaya kadar uçurulmuştur. Kuruyan örnekler 1 ml metanol içerisinde tekrar çözündürülmüş ve HPLC'ye enjeksiyon yapılmıştır (Kiselev ve ark., 2007). Fenolik maddelerin profilini belirlemek için kademeli elüsyon (gradient) programına göre çalışılmıştır (Gomes ve ark., 1999).

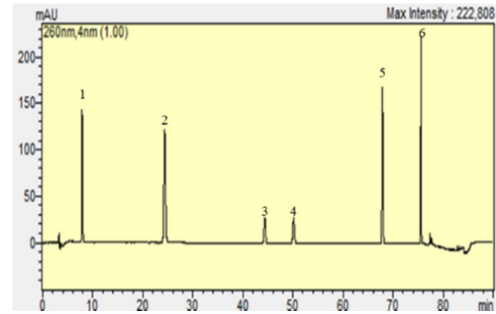
HPLC koşulları

Kullanılan Sistem Shimadzu Prominence Marka HPLC (Tokyo, Japonya), Mobil Faz: A: %3 Formik asit B: Metanol, Kolon: AgilentEclipse XDB C-18 (250x4.6 mm, 5 µm), Kolon Sıcaklığı: 30°C, Akış hızı: 1 mL/dak, Enjeksiyon hacmi: 20 µLCBM: 20ACBM, Dedektör: DAD (SPD-M20A), Kolon Fırını: CTO-10ASVp, Pompa: LC20 AT, Autosampler: SIL 20ACHT ve Bilgisayar Programı: LC Solution.

Yapılan HPLC analizinde elde edilen standartlara ve numuneye ait HPLC kromatogramı Şekil 2 ve Şekil 3'de sunulmuştur.

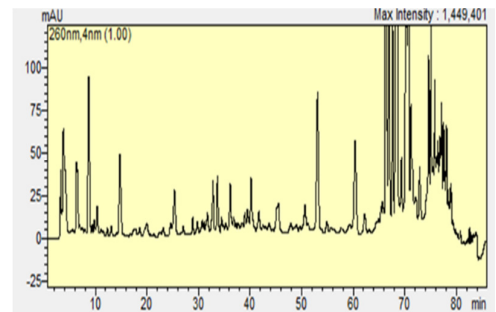
Fenolik madde standartları olarak gallik asit (Pancreac), 4-hidroksibenzoik asit (Merck), p-kumarik asit (Sigma Aldrich),

ferulik asit (Fluka), quersetin (Sigma Aldrich) ve phloridzin (Fluka) kullanılmıştır. Fenolik madde miktarı mg/kg kuru madde cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 2. Standartlara ait kromatogram

Figure 2. Chromatogram of standards
1:gallic acid, 2:4-hydroxybenzoic acid, 3:p-cumaric acid,4:ferulic acid, 5:phloridzin, 6:quersetin



Şekil 3. Numuneye ait kromatogram
Figure 3. Chromatogram of sample

Bulgular ve Tartışma

Anaçların fenolik madde içeriklerine ait ortalama veriler ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 1’de sunulmuştur. Yapılan analiz sonuçlarına göre tüm fenolik maddeler için anaçlar arasındaki farklar istatistik anlamda önemlidir ($p < 0.05$).

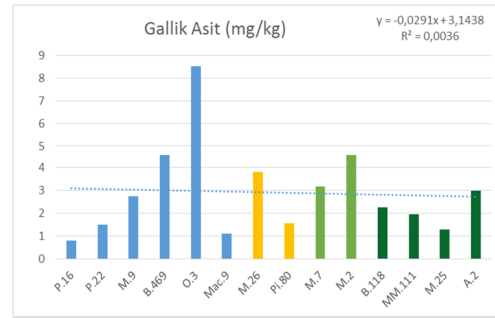
Gallik asit

Gallik asit bitki kökenli en fazla biyolojik aktivite gösteren fenolik maddelerden biri olup, insan sağlığı üzerine antioksidan, antimikrobik ve antifungal etkileri bulunmaktadır (Karamac ve ark., 2006). Ayrıca gallik asit bitki patojenlerine (*Erwinia carotovora*) karşı antimikrobiyel aktiviteye sahiptir (Fogliani ve ark., 2005). Bu çalışmada O.3 (88.536 mg/kg) anacı diğer anaçlara göre oldukça yüksek düzeyde gallik asit biriktirmiştir. Yine B.469 (4.606 mg/kg) ve M.2 (4.593 mg/kg) yüksek gallik asit biriktiren diğer anaçlardır. En düşük gallik asit içeren anaç ise P.16 (0.796 mg/kg)’dır. Anaçların gelişme kuvveti ile gallik asit arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir (Şekil 4.) Benzer şekilde Yıldırım ve ark. (2016) ’da

gallik asit içeriği ile elma anaçlarının bodurluk özellikleri arasında önemli bir fark belirlemedişlerdir.

4-hidroksibenzoik asit

Benzoik asit türevi olan 4-hidrobenzoik asit bir monohidroksibenzoik asittir. 4-hidroksibenzoik asit kozmetik ürünlerinde ve göz solüsyonlarında koruyucu olarak kullanılan (parabenler) esterlerin temeli olarak bilinir. Aynı zamanda aspirinin ana bileşeni olan salisilik asit (2-hidroksibenzoik) ile izomerdir (Anonim, 2015).



Şekil 4. Gallik asit değişimi

Figure 4. Variation of gallic acid

Çizelge 1. Farklı gelişme kuvvetine sahip 14 elma anacının yapraklarına ait fenolik madde içerikleri

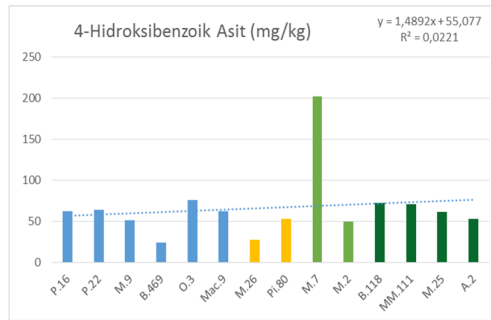
Table 1. The phenolic contents of the 14 apple rootstock has different growth vigorous

Anaçlar Root stocks	Gallik asit (mg/kg) Gallic acid (mg/kg)	4-hidroksi benzoik asit (mg/kg) 4-hydrox benzoic acid (mg/kg)	p-kumarik asit (mg/kg) p-kumaric acid (mg/kg)	Ferulik Asit (mg/kg) Ferulic acid (mg/kg)	Phloridzin (mg/kg) Phloridzin (mg/kg)	Quersetin (mg/kg) Quercetin (mg/kg)	Toplam (mg/kg) Total (mg/kg)
P.16	0.796 ı	61.86 cde	122.95 c	21.02 b	62.0 cde	25.14 c	293.80 de
P.22	1.513 ghı	64.00 c	104.21 d	32.59 a	39.33 efgh	15.34 efg	256.99 ef
M.9	2.756 def	51.01 ef	62.35 f	7.25 e	24.17 gh	16.06 ef	164.16 hı
B.469	4.606 b	24.28 g	74.41 ef	6.59 e	20.41 h	11.56 g	141.86 ı
O.3	8.536 a	75.89 b	68.08 f	10.09 cde	45.02 efg	15.38 efg	223.01 fg
Mac.9	1.096 hı	62.40 cd	158.90 b	15.41 bc	82.65 c	39.57 b	360.02 bc
M.26	3.823 bc	27.11 g	181.15 a	14.65 bcd	149.59 a	57.22 a	433.56 a
Pi.80	1.563 ghı	52.41 def	98.20 d	14.78 bcd	72.89 cd	38.88 b	278.70 e
M.7	3.173 cd	202.13 a	77.76 ef	16.23 bc	22.37 gh	13.57 fg	335.23 cd
M.2	4.593 b	49.04 f	150.95 b	7.51 de	118.98 b	61.33 a	392.41 ab
B.118	2.260 efg	72.40 bc	88.77 de	11.64 cde	23.08 gh	16.73 ef	214.89 fg
MM.111	1.960 fgh	70.78 bc	69.78 f	8.01 de	30.52 fgh	23.48 cd	204.54 gh
M.25	1.287 hı	61.54 cde	144.39 b	5.21 e	52.81 def	13.76 fg	279.00 e
A.2	2.993 cde	52.60 def	73.37 ef	17.14 bc	34.64 fgh	19.93 de	200.68 gh

*Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar %5 seviyesinde önemlidir.

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% level.

Çalışmada en yüksek 4-hidroksibenzoik asit içeriğini M.7 (202.13 mg/kg) sağlamıştır (Çizelge 1). Bu anacı O.3 (75.89 mg/kg), B.118 (72.40 mg/kg) ve MM.111 (70.78 mg/kg) izlemiştir. En düşük 4-hidroksibenzoik asit içeriğine ise B.469 (24.277 mg/kg) ve M.26 (27.11 mg/kg) anaçları sahip olmuştur. Anaçların gelişme kuvveti ile 4-hidroksibenzoik asit içeriği arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir (Şekil 5.) Bu sonuçlar literatürde bildirilen sonuçlarla uyumlu olmamıştır. Nitekim Nachit ve Feutch (1976), adlı araştırmacılar kuvvetli gelişen elma anaçlarının zayıf gelişenlere göre daha fazla *p*-hidroksibenzoik asit içerdiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Yıldırım ve ark., (2016) de *p*-hidroksibenzoik asit içerdiklerini yarı kuvvetli anaçta (MM106) bodur anaca (M9) göre daha yüksek bulmuşlardır.

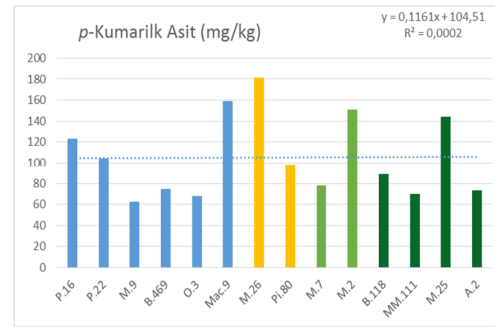


Şekil 5. 4-hidroksibenzoik asit değişimi
Figure 5. Variation of 4-hydroxybenzoic acid

p-kumarik asit

Ligninin ana bileşeni olan *p*-kumarik asit aynı zamanda kütikula yapısında bulunan kütinin de bileşeni olarak tanımlanmıştır (Riley ve Kolattukudy, 1975). Çalışmada en yüksek *p*-kumarik asit içeriğine M.26 (181.15 mg/kg) sahip olurken, bunu Mac.9 (158.90 mg/kg), M.2 (150.95 mg/kg) ve M.25 (144.39 mg/kg) izlemiştir. *p*-kumarik asit içeriği en düşük bulunan anaç ise M.9 (62.35 mg/kg)'dur. Yine O.3 (68.08 mg/kg), MM.111 (69.78 mg/kg), A.2 (73.37 mg/kg) ve B.469 (74.41 mg/kg) *p*-kumarik asit içeriği düşük diğer anaçlardır. Çalışmada, anaçların gelişme kuvveti ile *p*-kumarik asit içeriği arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir (Şekil 6.). Benzer şekilde Usenik ve ark., (2005) de kiraz anaçları

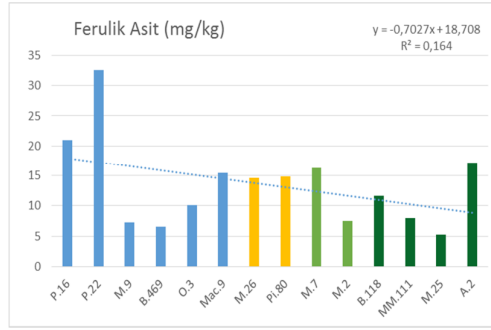
içerisinde *p*-kumarik asit içeriği bakımından anaçlar arasında ayırt edici bir farklılık bulunmadığını rapor etmişlerdir. Buna karşın Nachit ve Feutch (1976), adlı araştırmacılar kuvvetli gelişen elma anaçlarının zayıf gelişenlere göre daha fazla *p*-kumarik asit içerdiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Yıldırım ve ark., (2016) 'da *p*-kumarik asit içerdiklerini yarı kuvvetli anaçta (MM.106) bodur anaca (M.9) göre daha yüksek bulmuşlardır. Çalışma sonuçları bu araştırmacıların bulgularını doğrulamamıştır.



Şekil 6. *p*-kumarik asit değişimi
Figure 6. Variation of *p*-cumaric acid

Ferulik asit

Bitki hücre duvarında doğal olarak bulunan ferulik asit, bitki hücre duvarına sertlik sağlayan lignoselüloz oluşumunda önemli rol oynamakta, bitki doku ve organların fiziksel ve tekstürel yapılarını etkilemektedir (Kroon ve Williams, 1999). Lignin, ferulate köprüsüyle polisakkaritlere çapraz bağlanarak fiziksel bir bariyer oluşturmaktadır (Baurhoo, 2008). Çalışmada en yüksek ferulik asit içeriğine P.22 (35.59 mg/kg) sahip olmuştur (Çizelge 1). Bu anacı P.16 (21.02 mg/kg) ve A.2 (17.14 mg/kg) izlemiştir. En düşük ferulik asit içeriği ise M.25'de (5.21 mg/kg) bulunmuştur. Çalışmada, anaçların gelişme kuvveti ile ferulik asit içeriği arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir (Şekil 7). Benzer şekilde Yıldırım ve ark. (2016) ferulik asit ile elma anaçlarının bodurluk özellikleri arasında bir ilişki belirlememişlerdir.



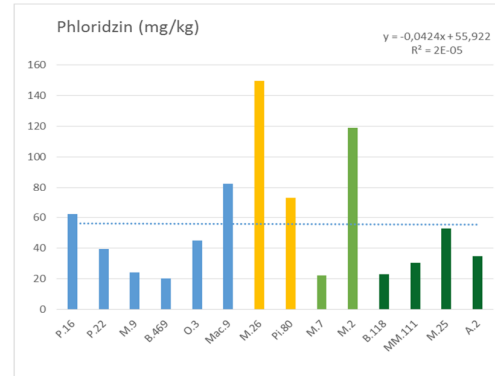
Şekil 7. Ferulik asit değişimi

Figure 7. Variation of ferulic acid

Phloridzin

De Koninck (1835a,b), elma ağacının kabuklarından ateş düşürücü etkiye sahip, tadı acı olan bir maddeyi izole etmiş ve phloridzin [phloretin(4,2,4,6-tetrahydroxy dihydrochalcone)-20-o-glucoside] adını vermiştir (Gosch ve ark., 2009). Doğada en fazla phloridzin içeren bitki elmadır (*Malus* sp). Bununla birlikte çok az türde de (Nar, çilek, kuşburnu vb.) düşük miktarlarda phloridzin bulunmaktadır (Gosch ve ark., 2009). Phloridzin Rosaceae familyasına ait türlerin kemotaksonomik sınıflandırılmasında (Chalice, 1981) ve karışık meyve sularında elma suyunun diğer meyve sularından ayrılmasında kullanılmaktadır (Wald ve Galensa, 1989). Bitki içindeki phloridzinin fizyolojik rolü henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Ancak hücre zarı geçirgenliği üzerine etkisi iyi bir şekilde gösterilmiştir (Gosch ve ark., 2009). Çalışmada, en yüksek phloridzin içeriğini M.26 (149.59 mg/kg) sağlamıştır (Çizelge 1). Bunu M.2 (118.98 mg/kg) izlemiştir. En düşük phloridzin ise B.469'da (20.41 mg/kg) bulunmuştur. Literatür bilgilerine göre phloridzinin elmada büyüme engelleyici rol oynayabileceği ileri sürülmektedir (Palfitov, 2003) Ancak Hutchinson ve ark. (1959) uç sürgünlerde bulunan phloridzin içeriğinin böyle bir rolünün bulunmadığını, köklerde bulunan phloridzin içeriğinin ise büyüme gücünü etkileyebileceği bildirmiştir. Hancock ve ark. (1961), buğday kloeptilinin dik büyüme testinde, Lockard ve Schneider (1981) ise marul hipokotilinde phloridzinin engelleyici etkisini bulmuşlar, bunun aksine Jones (1976), phloridzin ve bozulma ürünlerinin elma sürgün gelişimini teşvik

ettiğini belirlemiştir (Gosch ve ark., 2009). Bu çalışmada ise elma anaçlarının yapraklarında belirlenen phloridzin içeriği ile gelişme kuvveti arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir (Şekil 8). Lockard ve ark., (1982) ise kuvvetli MM111 anacında bodur M26 anacına göre phloridzin içeriğini daha yüksek bulmuşlardır. Aksine bu çalışmada M.26 anacında MM.111 anacına göre daha yüksek seviyede phloridzin miktarı saptanmıştır.



Şekil 8. Phloridzin değişimi

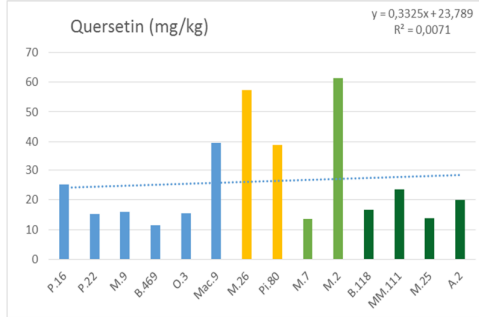
Figure 8. Variation of phloridzin

Quersetin

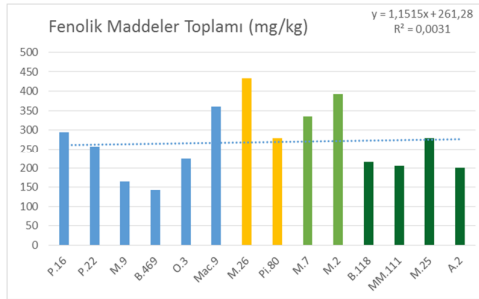
Flavonol grubu içerisinde yer alan quersetin gıda ve içeceklerde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2015). Çalışmada en yüksek quersetin içeriği M.26 (57.22 mg/kg) ve M.2 (61.33 mg/kg) anaçlarında bulunmuştur (Çizelge 1). Bu anacı Mac.9 (39.57 mg/kg) ve Pi.80 anaçları izlemiştir. En düşük quersetin içeriği ise B.469'da (11.56 mg/kg) saptanmıştır. Bu çalışmada anaçların gelişme kuvveti ile quersetin içeriği arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir (Şekil 9). Farklı olarak Mainla ve ark. (2011) B.396, M.26 ve 'Antonovka' çöğür anaçları içerisinde B.396 bodur anacının diğer anaçlara göre quersetin galaktozit içeriğini önemli derecede artırdığını rapor etmişlerdir.

Bu çalışmada, incelenen fenolik bileşenlerin toplamı dikkate alındığında; fenolik maddelerce en zengin anaç M.26 (433.56 mg/kg) olmuştur. Yine M.2 (392.41 mg/kg), Mac.9 (360.02 mg/kg) ve M.7 (335.29 mg/kg) fenolik maddelerde zengin diğer anaçlardır (Çizelge 1). Fenolik maddelerce en fakir anaçlar ise B.469

(141.86 mg/kg) ve M.9 (164.16 mg/Kg)'dur. Fenolik bileşenlerin toplamı ile bodurluk özelliği arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir (Şekil 10).



Şekil 9. Quercetin değişimi
Figure 9. Variation of quercetin



Şekil 10. Fenolik maddelerin toplam değişimi
Figure 10. Variation of phenolic content in total

Sonuç

Sonuç olarak fenolik madde içeriği üzerine anaç etkisi önemli bulunmuştur. Çalışmada fenolik maddelerde en zengin, yarı bodur/bodur anaç M.26 ile yarı kuvvetli anaç M.2 bulunmuştur. Anaçların fenolik madde içerikleri ile gelişme kuvvetli arasında pozitif veya negatif yönde bir ilişki görülmemiştir.

Teşekkür

Çalışmamızı maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz (Proje No: 4028-YL2-14).

Kaynaklar

- Anonim, 2015. 4-Hydroxybenzoic acid. https://en.wikipedia.org/wiki/4-Hydroxybenzoic_acid.
- Baurhoo, B., Ruiz-Feria, C.A., Zhao X., 2008. Purified Lignin: Nutritional and Health Impacts on Farm Animals. *Animal Feed Sci. and Tech.*, 144: 175-184.
- Challice, J., 1981. Chemo Taxonomic Studies in the Family Rosaceae and the Evolutionary Origins of the Subfamily Maloideae. *Preslia* 53, 289-301.
- De Koninck, L., 1835a. Ueber Das Phloridzin (Phlorrhizin). In: Geiger, L.P., Liebig, J., Trommsdorff, J.B. (Eds.), *Annalen Der Pharmacie*, Band XV, Universitäts- Buchhandlung von C. F. Winter, Heidelberg, Pp. 75-77.
- De Koninck, L., 1835b. Weitere Notiz Über Das Phloridzin. In: Geiger, L.P., Liebig, J., Trommsdorff, J.B. (Eds.), *Annalen Der Pharmacie*, Band XV, Universitäts- Buchhandlung Von C. F. Winter, Heidelberg, p. 258-263.
- Demirsoy, H., Macit, İ., 2007. Meyve Ağaçlarında Bodurluk Mekanizması., *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 214-218.
- Fogliani B., Raharivelomanana P., Bianchini J.P., Madjebi S.B., Hnawia R., 2005. Bioactive ellagitannins from *Cunonia macrophylla*, an Endemic Cunoniaceae from New Caledonia. *Phytochem.*, 66, 241-247
- García, E., Rom, C.R., Murphy, J.B., 2004. Title Comparison of phenolic content of 'Liberty' apple (*Malus × domestica*) on various rootstocks. *Acta Horticulturae* No. 658, p. 57-60.
- Gomes, T., Caponio, F., Alloggio, V., 1999. Phenolic Compounds of Virgin Olive Oil Influence of Paste Preparation Techniques. *Food Chemistry*, 64, 203-209.
- Gosch, C., Haibwirth, H., Kuhn, J., Miosic, S., Stich, K., 2009. Biosynthesis of Phloridzin in Apple.
- Hancock, C.R., Barlow, H.W.B., Lacey, H.J., 1961. The Behaviour of Phloridzin in the Coleoptile Straight-

- Growth Test. J. Exp. Bot. 12, 401–408.
- Hutchinson, A., Taper, C.D., Towers, G.H.N., 1959. Studies of Phlorizdin Related to Resistance of *Malus* to *Venturia Inaequalis*. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37 (7):901-910.
- Jones, O.P., 1976. Effect of Phloridzin and Phloroglucinol on Apple Shoots. Nature 262, 392–393.
- Karaçalı, İ., 2010. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Yayın No: 494.
- Karamac, M., Kosińska, A., Pegg, R.B., 2006. Content of Gallic Acid in Selected Plant Extracts. Pol. J. Food Nutr. Sci. 15/56, No 1, Pp. 55–58.
- Kiselev K.V., Dubrovina A.S., Veselova M.V., Bulgakov V.P., Fedoreyev S.A., Zhuravlev Y.N., 2007. The RolB Gene-induced Overproduction of Resveratrol in *Vitis amurensis* Transformed Cells. J Biotechnol., 28:681–692.
- Kroon, P.A., Williams, G., 1999. Hydroxycinnamates in Plants and Food: Current and Future Perspectives. J. Sci. Food Agric., 79: 355-361.
- Lee, K.W., Kim, Y.J., Kim, D.O., Lee, H.J., Lee, C.Y., 2003. Major Phenolics in Apple and Their Contribution to the Total Antioxidant Capacity. J. Agric. Food Chem. 51, 6516–6520.
- Lockard, R. G., Schnider, G. W., 1981. Phenols and the Dwarfing Mechanism in Apple Rootstocks. Acta Horticulturae, 120. 107-112.
- Lockard, R. G., Schnider, G.W., Kemp, T.R., 1982. Phenols and compounds in 2 size controlling apple rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 107. 183-186.
- Mainla, L., Moor, U., Karp, K., Püssa, T., 2011. The Effect of Genotype and Rootstock on Polyphenol Composition of Selected Apple Cultivar Sinestonia. Žemdirbystė=Agriculture, Vol. 98, No. 1 (2011), P. 63–70.
- Nachit, M., Feucht, W., 1976. Suitability of Phenolic and Amino Acids as Selection Criteria for the Vigour of *Malus* Rootstocks. Mitteilungen Rebe Und Wein, Obstbau Und Fruchteverwertung, 26, 199-204.
- Naczka, M., Shahidi, F.C., 2004. Extraction and Analysis of Phenolics in Food, Review, Journal of Chromatography A, 1054, 95-111.
- Nizamoglu, N.M., Nas, S., 2010. Meyve ve Sebzelelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt:5, No:1, :20-35.
- Palfitov, V.F., 2003. Methods for Determination of Growth Vigour of Apple Rootstocks. Journal Sadovod St Voi Vinogradarstvo No. 3 pp. 12-13.
- Riley, R.G., Kolattukudy, P.E., 1975. Evidence for Covalently Attached *p*-Coumaric Acid and Ferulic Acid in Cutins and Suberins. Plant Physiol. Nov; 56(5): 650–654.
- Usenik V., Štampar, F., 2002. Influence of Scion/Rootstock Interaction on Seasonal Changes of Phenols. Phytol., 42, 279-289.
- Usenik, V., Štampar, F., Fajt, N., 2005. Seasonal Changes in Polyphenols of 'Lapins' Sweet Cherry Grafted on Different Rootstocks. Acta Hort., 667, 239-246.
- Wald, B., Galensa, R., 1989. Nachweis Von Fruchtsaft Manipulation en Bei Apfel- und Birnensaft. Z. Lebens Mittel Unter Suchung und –Forschung. 188, 107–114.
- Wertheim S. J., 1998. Rootstock Guide. ISBN 90-803462-2-5.
- Yıldırım, F., Yıldırım, A.N., Şan, B., Ercişli, S., 2016. The Relationship between Growth Vigour of Rootstock and Phenolic Contents in Apple (*Malus × domestica*). Erwerbs-Obstbau, 58:25-29.