

Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı Üzerine Araştırma*

Feryal KARADENİZ¹

Aziz EKŞİ¹

Geliş Tarihi : 28.05.2001

Özet: 3 farklı çeşitten, 5 farklı yöreden ardarda 3 yılda temin edilen elmalardan hazırlanan 45 elma suyu örneğinde fenolik madde kompozisyonu araştırılmıştır. Klorojenik asit elma sularındaki başat fenolik maddedir ve konsantrasyonu 62.3-342.6 mg/l arasında değişmektedir. Bunu sırayla epikateşin (5.3-240.1 mg/l), floretin glikozit (5.5-60.0 mg/l), floridzin (6.9-29.7 mg/l) ve p-kumarik asit (1.1-16.0 mg/l) izlemektedir.

Elma suyundaki fenolik madde kompozisyonu çeşit ve yıldan önemli düzeyde etkilenmekteyken, yöreden etkilenmemektedir.

Anahtar Kelimeler: Elma, elma suyu, fenolik bileşikler

A Research on the Phenolic Composition of Apple Juice

Abstract: Forty-five apple juice samples were produced from 3 different apple cultivars from five apple growing regions in three consecutive crop years and analysed for their phenolic composition. The main phenolic compound of apple juices was chlorogenic acid ranged from 62.3 to 342.6 mg/l. It was followed by epicatechin, phloretin glycoside, phloridzin and p-coumaric acid to be at levels 5.3-240.1 mg/l, 5.5-60 mg/l, 6.9-29.7 mg/l, 1.1-16 mg/l, respectively.

Cultivar and crop years significantly affected phenolic composition of apple juice, while growing region did not have a significant effect.

Key Words : Apple, apple juice, phenolic compounds

Giriş

Meyvelerde fenolik madde dağılımı konusundaki araştırmaların başlangıcı yaklaşık 40 yıl öncesine kadar uzanmaktadır (Herrmann 1957) ve bunların sayısı zamanla artmaktadır. Bitkide, fotosentezle oluşan karbonun yaklaşık % 2'si fenolik bileşiklere dönüşmektedir (Markham 1982). Bu dönüşümün aromatik amino asit metabolizması sırasında gerçekleştiği varsayılmakta (Van Buren 1970) ve bu nedenle fenolik maddeler ikincil bitki metaboliti sayılmaktadır (Spanos ve Wrolstad 1992).

Gıdalardaki fenolik bileşiklerin fenolik asitler (fenolik karbonik asitler) ve flavonoidler (flavan türevleri) olarak iki gruba bulunmaktadır. Fenolik asitler kendi içinde hidroksisinnamik asitler, hidroksibenzoik asitler ve hidroksisinnamik türevleri; flavonoidler ise antosiyanidinler, kateşinler, löykoantosiyandinler, flavonoller, flavonlar, flavanonlar, prosiyanidinler ve dihidrokalkonlar gibi gruplara ayrılmaktadır (Çizelge 1).

Hidroksisinnamik asitlerin meyve ve sebzelerdeki miktarı düşüktür (Maier ve ark. 1990) ve genellikle serbest formda bulunmaktadır (Spanos ve Wrolstad 1992). Buna karşılık meyve ve sebzelerdeki hidroksisinnamik asitler çoğunlukla diğer bileşiklerle ester oluşturmuş formdadır (Spanos ve Wrolstad 1992). Bunlardan kafeik asidin quinik asitle oluşturduğu esterler özellikle önemlidir. Klorojenik asit ve izomerleri olarak bilinen bu bileşiklerden; 5-O-kafeoil-D-quinik asit yeni IUPAC sistemine göre 1976'dan beri klorojenik asit (eskiden neoklorojenik asit),

3-O-kafeoil-D-quinik asit neoklorojenik asit (eskiden klorojenik asit) ve 4-O-kafeoil-D-quinik asit ise kriptoklorojenik asit (band 510) olarak adlandırılmaktadır.

Monokafeoilquinik asitler, klorojenik asit ve esterleri, polikafeoilquinik asitler ise izoklorojenik asit fraksiyonları olarak tanımlanmaktadır (Corse ve ark. 1970). Meyvelerde bunlara ek olarak p-kumarik asidin quinik asitle esteri de önemlidir (Şekil 1).

Flavonoidler C₆-C₃-C₆ difenilpropan yapısındadır ve fenil grupları arasındaki üçlü C köprüsü oksijen ile halka oluşturmaktadır. Değişik gruplar arasındaki farklar, OH gruplarının sayısından, doymamışlık derecesinden ve üçlü C segmentinin oksidasyonundan kaynaklanmaktadır (Spanos ve Wrolstad 1992). Flavonoidlerin meyvelerdeki en yaygın grubu kateşinler, dihidrokalkonlardan floretin (Şekil 2) ve özellikle kateşinlerin kondensasyonu sonucu oluşan prosiyanidinlerdir.

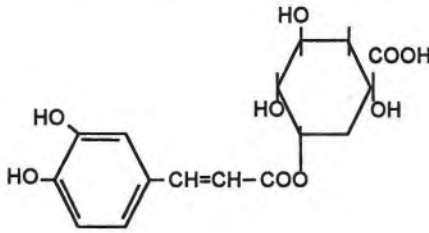
Fenolik bileşiklerin kalite açısından önemleri; meyve ve sebzelerdeki enzimatik esmerleşme olayına substrat olarak katılmalarından (Bruchmann 1976, Eskin ve ark. 1976), metal iyonları ile tepkimeye girerek renk değişmesine yol açmalarından (Herrmann 1976), gıdalardaki buruk tat algılamasının kaynağı olmalarından (Lea 1984), polimerizasyon veya proteinlerle tepkimeye girerek tortu oluşturmalarından (Van Buren ve ark. 1976, Oh ve Hoff 1987) kaynaklanmaktadır.

* Ankara Üniv. Araştırma Fonu tarafından desteklenen 91-25-00-96 no'lu projeden (doktora tezi) hazırlanmıştır.

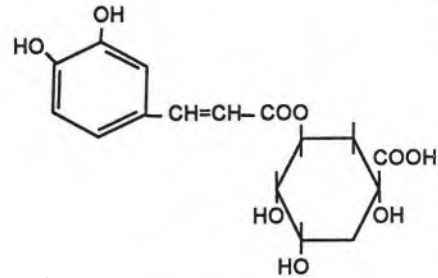
¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü-Ankara

Çizelge 1. Gıdalardaki başlıca fenolik madde grupları (Herrmann 1973, Maier ve ark. 1990, Spanos ve Wrolstad 1992).

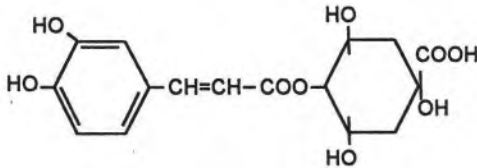
1. Fenolik asitler		2. Flavonoidler	
Grup adı	Başlıcaları	Grup adı	Başlıcaları
1.1. Hidroksisinnamik asitler (C ₆ -C ₃)	o-kumarik asit p-kumarik asit Kafeik asit Ferulik asit İzoferulik asit Sinapik asit	2.1. Antosiyanidinler	Pelargonidin Siyanidin Delfinidin Peonidin Petunidin Malvidin
1.2. Hidroksibenzoik asitler (C ₆ -C ₁)	Salisilik asit m-hidroksibenzoik asit p-hidroksibenzoik asit o-protokateşuik asit β-rezorsilik asit Gentisik asit Vanillik asit İzovanillik asit Siriñjik asit	2.2. Kateşinler	(+) Kateşin (-) Epikateşin (+) Gallokateşin (-) Epigallokateşin
1.3. Hidroksisinnamik türevleri	Klorojenik asit Neoklorojenik asit Kriptoklorojenik asit İzoklorojenik asit p-kumaroilquinik asit Kaftarik (kafeoiltartarik) asit Kutarik (p-kumaroiltartarik) asit	2.3. Löykoantosiyani- nidinler	Löykosiyanidin Löykodelifinidin
		2.4. Flavonoller	Kempferol Quersetin Mirisetin İzoramnetin
		2.5. Flavonlar	Apigenin Luteolin
		2.6. Flavanonlar	Narincenin Hesperitin Eriyodiktol İzosakuranetin
		2.7. Prosiyanidinler	Prosiyanidin dimer Prosiyanidin oligomer Prosiyanidin polimer
		2.8. Dihidrokalonlar	Floridzin Floreitin



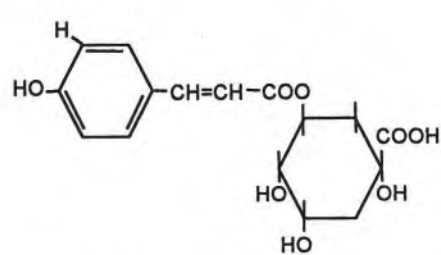
Klorojenik asit



Neoklorojenik asit

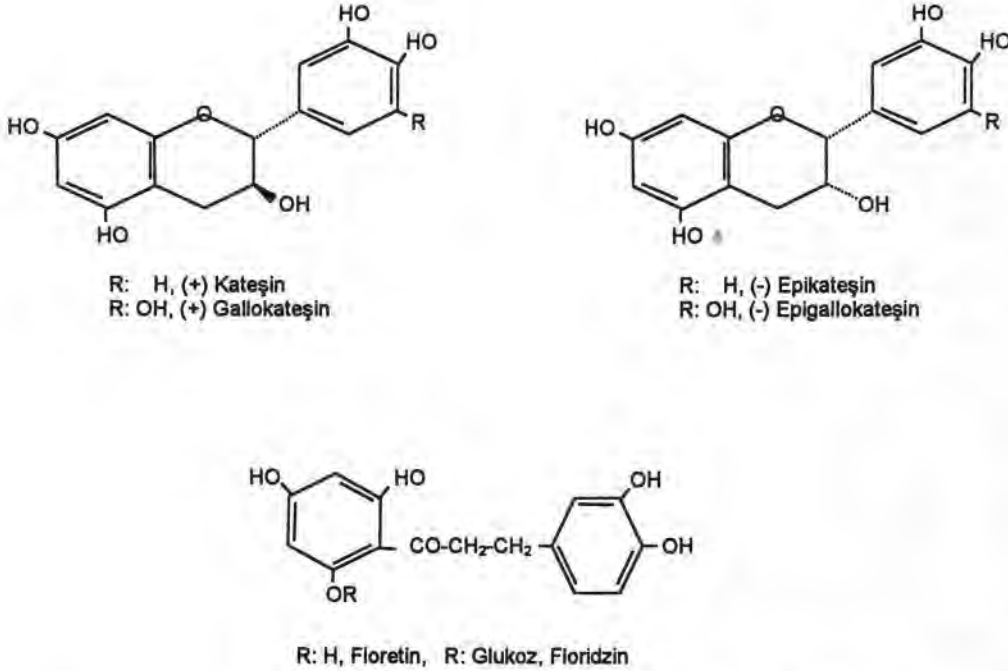


Kriptoklorojenik asit



p-Kumaroilquinik asit

Şekil 1. Meyve ve sebzelerdeki başlıca hidroksisinnamik türevlerinin yapısı (Spanos ve Wrolstad 1992)



Şekil 2. Gıdalardaki başlıca flavonoid bileşikler (Spanos ve Wrolstad 1992)

Fenolik bileşikler sağlık açısından da önemlidir. Kılcal dolaşım sistemi ile ilgili olumlu etkileri nedeniyle belirli dönem P vitamini olarak adlandırıldıkları bilinmektedir (Higby 1943, Stag ve Millin 1975). Bir yandan mutajenik ve karsinojenik, bir yandan da antitumörjenik ve antikarsinojenik oldukları tartışılmaktadır (Hertog ve ark. 1992). Antimikrobiyel (Weidenböcker ve ark. 1990, Dao ve Friedman 1992), antioksidatif (Thumann ve Herrmann 1990, Ramanathan ve Das 1992) ve enzim inhibisyonu (Walker ve Wilson 1975, Dick ve ark. 1985) etkileri kanıtlanmış bulunmaktadır.

Fenolik bileşiklerin diğer bir önemi gıdalarda safılık kontrolü açısından analitik ölçüt olmalarıdır (Wald ve Galensa 1989, De Simon ve ark. 1992, Thomas-Lorente ve ark. 1992).

Fenolik bileşiklerle ilgili üzerinde en çok araştırma yapılan gıdalardan birisi ve belkide birincisi elma suyudur. Bunun nedeni, meyvedeki fenolik dağılımının ve işleme sırasındaki değişmelerin özellikle renk değişimi ve tortu oluşumu açısından elma suyu kalitesine daha belirgin yansımalarıdır (Spanos ve Wrolstad 1992, Herrmann 1993).

Elma meyvesi ve elma suyundaki başlıca fenolik bileşiklerin prosiyanidin B₂, epikateşin, klorojenik asit, floridzin, floretin glikozit (-ksiloglikozit ve -ksilogalaktozit) ve quersetin glikozit olduğu anlaşılmaktadır (Cosseteng ve Lee 1987, Risch ve Herrmann 1988, Burda ve ark. 1990, Spanos ve ark. 1990, Schols ve ark. 1991).

Ancak elmadaki fenolik madde dağılımı kalitatif açıdan olmasa bile çeşitten çeşide (Amiot ve ark. 1992), yıldan yıla (Vamos-Vigyazo ve ark. 1976), yöreden yöreye

(Van Buren 1970) ve ayrıca olgunluk düzeyine göre (Burda ve ark. 1990) önemli farklılıklar göstermektedir.

Türkiye, elma üretimi ve elma suyu konsantresi işleme açısından önemli bir ülkedir (Uras 1992). Elma suyuna işlenen başlıca çeşitler Amasya, Golden ve Starking'tir (Ekşi ve Köksal 1989). Amasya elması, özellikle asit ve şeker dağılımı ile diğer çeşitlerden ayrılmaktadır (Ekşi ve Karadeniz 1991). Elma suyuna işlenen başlıca elma çeşitlerinin fenolik madde dağılımı konusunda herhangi bir araştırma bulunmamaktadır. Bu araştırma ile, çeşit, yöre ve yıl gibi doğal etkenlere bağlı olarak elma suyundaki fenolik madde değişkenliği belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Meyve materyali Amasya, Golden ve Starking elma çeşitlerinden oluşmaktadır. Yöreye bağlı değişkenliği belirlemek için her bir elma çeşidi Korkuteli, Ereğli, Tokat, Ankara ve Bursa olmak üzere 5 farklı yöreden sağlanmıştır.

Yıla bağlı değişkenliğin ortaya konulması için her bir çeşit, her bir yöreden 1990, 1991 ve 1992 olmak üzere 3 farklı yılda temin edilmiştir.

Böylece toplam meyve materyali sayısı çeşit, yöre ve yıla bağlı olarak $3 \times 5 \times 3 = 45$ 'tir.

Elma suyu: Elma suyu örnekleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve Suyu Pilot İşletmesinde hazırlanmıştır.

20-25 kg ağırlığındaki örnekler yıkama, ayıklama, öğütme (ufaltma), presleme (AMOS hidrolik, paketlenmiş), tortu ayırma, durultma, filtrasyon işlemlerinden sonra 0.2 litrelik cam şişelere doldurulmuş, kapatıldıktan sonra yaklaşık 97 °C'de 20 dakika pastörize edilmiş ve hemen yaklaşık 20 °C'ye soğutulmuştur. Örnekler analiz edilene kadar oda sıcaklığında depolanmıştır.

Fenolik bileşiklerin kantitatif analizi için yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi (Mazza ve Veliöğlu 1992) uygulanmıştır.

Uygulanan yöntemle elma suyunda fenolik bileşiklere ilişkin 12 pik ayrılmıştır. Bunlardan 4 bileşiğin tanısı yapılamamıştır. Tanısı yapılanlar ise 3,4-dehidroksibenzoik asit, kateşol, kateşin, klorojenik asit, (-)-epikateşin, p-kumarik asit, floretin glikozit ve floridzindir (Şekil 3).

Bulgular ve Tartışma

Elma suyunda fenolik bileşiklerin genel dağılımı

45 elma suyu örneğinde saptanan başlıca fenolik bileşiklerin değişim aralığı, ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı gibi deskriptif değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'deki değerlere göre elma suyundaki başat fenolik madde klorojenik asittir (ortalama 180.9 mg/l). Bunu 86.1 mg/l ile epikateşin, 22.4 mg/l ile floretin glikozit,

15.5 mg/l ile floridzin ve 7.7 mg/l ile p-kumarik asit izlemektedir.

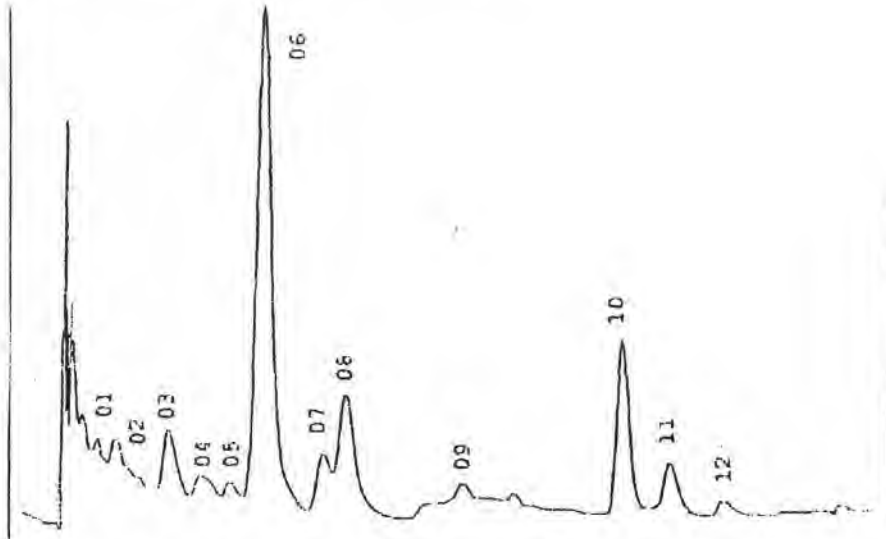
Lee ve Wrolstad (1988), Spanos ve ark. (1990) ve Schols ve ark. (1991)'in bulgularına göre de elma suyundaki klorojenik asit 1.5-228 mg/l, epikateşin 0-65 mg/l, floridzin 2-67 mg/l, floretin glikozit 2.2-18.6 mg/l arasında değişmektedir. Bu kaynak bilgileri ile araştırma bulguları arasındaki en belirgin fark, epikateşin miktarının yerli çeşitlerden elde edilen elma suyunda daha fazla (5.3-240.1 mg/l) olmasıdır.

Elma suyunda çeşide göre fenolik madde dağılımı

Elma suyunda fenolik madde bulgularının çeşide göre dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3'deki bulgulara göre başat fenolik her 3 çeşitte de klorojenik asittir ve klorojenik asit miktarı açısından da elma çeşitleri çoktan aza Amasya (258.2 mg/l), Starking (152.1 mg/l) ve Golden (132.4 mg/l) sırasını izlemektedir. İkinci sırayı epikateşin almaktadır ve bu açıdan da elma çeşitleri aynı şekilde sıralanmaktadır.

Çizelge 4'teki bulgulara göre klorojenik asit miktarı 1991 yılında daha yüksektir (197.7 mg/l). Bunu 180.7 mg/l ile 1992 ve 164.3 mg/l ile 1990 yılı örnekleri izlemektedir. Buna karşılık epikateşin miktarı 1992 yılı örneklerinde daha yüksektir (101.4 mg/l), bunu 1991 (82.4 mg/l) ve 1990 (74.6 mg/l) yılı izlemektedir.



Şekil 3. Amasya elma suyunda belirlenen fenolik bileşiklerin HPLC kromatogramı

Çizelge 2. Elma suyundaki başlıca fenolik maddelerin miktarı (N=45)

Fenolik madde (mg/l)	Değişim aralığı		Ortalama (X)	Standart sapma (Sx)	Varyasyon katsayısı (%)
	Min.	Max.			
Klorojenik asit (KA)	62.3	342.6	180.9	73.5	40.6
Epikateşin (EK)	5.3	240.1	86.1	60.5	70.2
Floretin glikozit (FG)	5.5	60.0	22.4	13.8	61.6
Floridzin (FZ)	6.9	29.7	15.5	5.4	34.8
p-Kumarik asit (p-KA)	1.1	16.0	7.7	4.4	57.1

Çizelge 3. Elma suyunda fenoliklerin çeşide göre dağılımı (mg/l)

Elma Çeşidi		KA	EK	p-KA	FG	FZ
Amasya	Minimum	187.9	38.1	4.1	17.3	12.9
	Maksimum	342.6	240.1	16.0	60.0	24.2
	Ortalama	258.2	126.8	10.7	38.8	17.4
Golden	Minimum	62.3	5.3	1.8	7.1	6.9
	Maksimum	242.7	164.7	13.7	31.1	24.0
	Ortalama	132.4	40.9	5.0	15.1	13.0
Starking	Minimum	73.8	33.0	1.1	5.5	9.4
	Maksimum	259.4	207.0	13.7	25.4	29.7
	Ortalama	152.1	90.8	7.6	13.2	16.3

Floretin glikozit ve floridzin miktarı ise 1990 yılı örneklerinde daha yüksektir. Vamos-Vigyazo ve ark. (1976)'nın bulgularına göre de aynı elma çeşidindeki fenolik madde dağılımı yıldan yıla değişmektedir.

Varyans analizi, Amasya çeşidindeki fenolik bileşiklerin, diğer iki çeşide göre farkının önemli olduğunu göstermektedir. Elma suyunda fenolik miktarının çeşide göre değişkenliği Vamos-Vigyazo ve ark. (1976), Coseteng ve Lee (1987), Burda ve ark. (1990), Spanos ve ark. (1990) ve Armiot ve ark. (1992) tarafından da vurgulanmaktadır.

Elma suyunda yıla göre fenolik madde değişimi

Elma suyundaki farklı 3 yıldaki fenolik madde bulguları Çizelge 4'de verilmiştir.

Elma suyunda yöreye göre fenolik madde değişimi

Elma suyundaki fenoliklerin yetişme yöresine göre dağılımı Çizelge 5'te özetlenmiştir.

Çizelge 4. Elma suyunda fenoliklerin yetişme yılına göre dağılımı (mg/l)

Elma Çeşidi		KA	EK	p-KA	FG	FZ
1990	Minimum	73.3	10.9	1.8	8.0	7.6
	Maksimum	264.3	164.7	16.0	45.3	24.2
	Ortalama	164.3	74.6	9.8	24.1	15.8
1991	Minimum	62.3	14.9	1.1	7.1	6.9
	Maksimum	342.6	201.5	13.1	45.9	27.2
	Ortalama	197.7	82.4	7.4	20.5	15.2
1992	Minimum	73.8	5.3	2.4	5.5	9.4
	Maksimum	321.3	240.1	16.0	60.0	29.7
	Ortalama	180.7	101.4	6.0	22.5	15.6

Çizelge 5. Elma suyunda fenoliklerin yetişme yöresine göre dağılımı (mg/l)

Elma Çeşidi		KA	EK	p-KA	FG	FZ
Ankara	Minimum	85.7	5.3	2.5	7.1	9.6
	Maksimum	234.8	115.7	16.0	40.8	19.7
	Ortalama	162.6	62.3	7.3	18.0	14.4
Bursa	Minimum	62.3	14.9	1.1	5.5	6.9
	Maksimum	268.5	151.0	13.7	60.0	23.8
	Ortalama	178.1	68.9	7.2	23.7	14.5
Ereğli	Minimum	128.0	34.4	3.7	9.9	11.0
	Maksimum	317.6	219.4	14.7	41.9	27.2
	Ortalama	197.0	119.4	9.1	24.6	17.4
Korkuteli	Minimum	73.3	14.4	1.8	8.0	9.1
	Maksimum	259.4	207.0	11.8	45.3	29.7
	Ortalama	191.0	87.3	6.4	23.5	16.8
Tokat	Minimum	73.8	18.7	2.4	6.5	7.6
	Maksimum	342.6	240.1	16.0	45.9	22.3
	Ortalama	176.6	93.1	8.8	22.2	14.6

Çizelge 5'teki bulgulara göre klorojenik asit, epikateşin, floretinlikozit ve floridzin miktarları Ereğli yöresi örneklerinde daha yüksektir. Ancak farklı yörelerden örneklerin fenolik madde ortalamaları birbirine yakındır. Nitekim bulgulara uygulanan varyans analizi, elma suyunda yöreye göre ortaya çıkan fenolik madde farklarının önemli olmadığını doğrulamaktadır.

Sonuç

Meyve suyuna işlenen başlıca 3 çeşidi (Amasya, Golden, Starking), 3 yılı (1990, 1991, 1992) ve başlıca 5 yöreyi (Ankara, Bursa, Ereğli, Korkuteli, Tokat) kapsayan toplam 45 elma suyu örneğinde fenolik madde dağılımı belirlenmiştir.

Bulgulara göre elma suyundaki başat fenolik bileşik klorojenik asittir (62.3-342.6 mg/l). Bunu epikateşin (5.3-240.1 mg/l), floretinlikozit (5.5-60.0 mg/l), floridzin (6.9-29.7 mg/l) ve p-kumarik asit (1.1-16.0 mg/l) izlemektedir.

Elma suyunda fenolik madde miktarı öncelikle meyve çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Fenolik madde miktarı Amasya çeşidi elma suyunda diğer iki çeşitten daha fazladır. Bunu Starking elma çeşidi izlemektedir. Golden ise, floretinlikozit hariç fenolik bileşik miktarı en düşük elma çeşididir.

Yetiştirme yılına göre de elma suyundaki fenolik madde miktarı değişmektedir. Başat fenoliklerden klorojenik asit 1991 yılı örneklerinde daha yüksektir (197.7 mg/l). Bunu 180.7 mg/l ile 1992 ve 164.3 mg/l ile 1990 yılı örnekleri izlemektedir.

Yetiştirme yöresine göre elma suyunda ortaya çıkan fenolik madde farklılıkları meyve çeşidi ve yetiştirme yılı kadar belirgin değildir.

Teşekkür

Bu araştırmayı başlattığı HPLC aygıtı ile destekleyen Alexander Von Humboldt Vakfı'na, meyve materyalini sağlayan Aroma, Dimes, Ersu ve Golden A.Ş. firmalarına, fenolik madde standartlarını karşılıksız sağlayan Bucher-Guyer KG firmasına teşekkür borç bilinmektedir.

Kaynaklar

- Amiot, M. J., M. Tachini, B. Aubert, J. Nicolas. 1992. Phenolic composition and browning susceptibility of various apple cultivars at maturity. *J. Food Sci.*, 57(4): 958-962.
- Bruchmann, E. E. 1976. *Angewandte Biochemie*. Verlag Eugen Ulmer, s. 1-255. Stuttgart.
- Burda, S., W. Oleszek, C. Y. Lee. 1990. Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. *J. Agric. Food Chem.*, 38(4):945-948.

- Corse, J., L. L. Layton, D. C. Patterson. 1970. Isolation of chlorogenic acids from roasted coffee. *J. Sci. Food Agric.*, 21(3):164-168.
- Coseteng, M. Y., C. Y. Lee. 1987. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *J. Food Sci.*, 52(4):983-989.
- Dao, L., M. Friedman. 1992. Chlorogenic acid content of fresh and processed potatoes determined by ultraviolet spectrophotometry. *J. Agric. Food Chem.*, 40(11): 2152-2156.
- De Simon, B. F., J. Perez-Izarbe, J., T. Hernandez, C. Gomez-Cordoves, I. Estrella. 1992. Importance of phenolic compounds for the characterization of fruit juices. *J. Agric. Food Chem.*, 40(9): 1531-1535.
- Dick, A.J., R. Williams, S. L. Baerne, P. D. Lidster. 1985. Quercetin glycosides and chlorogenic acid: Inhibitors of apple beta-galactosidase and apple softening. *J. Agric. Food Chem.*, 33(5): 798-800.
- Ekşi, A., İ. Köksal. 1989. Die Türkische apfelsorte Amasya-eigenschaften und chemische zuzammensetzung. *Flüss Obst.*, 56(4): 156-158.
- Ekşi, A., F. Karadeniz. 1991. Natürliche zuckerverteilung von apfelsaft aus der sorte Amasya. *Flüss Obst.*, 58(2): 70-71.
- Eskin, N. A. M., H. M. Henderson, R. J. Townsend. 1976. *Biochemie der Lebensmittel*. Hüthig Verlag. s. 1-230, Heidelberg.
- Herrmann, K. 1957. Über oxidationsfermente und phenolische substrate im gemüse und obst: oxyzimsäuren im gemüse. *ZLUF*, 106:341-348, 451-454.
- Herrmann, K. 1973. Über das vorkommen der Hydroxybenzoesäureverbindungen im pflanzenreich und pflanzlichen lebensmitteln. *ZLUF*, 153:170-176.
- Herrmann, K. 1976. Über verfaerbung des gemüses durch phenolische inhaltsstoffe. *Deutsche Lebensm.-Rdsch.* 72(3): 90-94.
- Herrmann, K. 1993. Zur quantitativen veränderung phenolischer inhaltsstoffe bei der gewinnung von apfel-und birnen saefen. *Flüss Obst.*, 60 (1): 7 -10.
- Hertog, M. G. L., P. C. H. Hollmann, M. B. Katan. 1992. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.*, 40(9): 2379-2383.
- Higby, R. H. 1943. The chemical nature of vitamin P. *J. Am. Pharmac. Assoc.* 32 (3): 74-77.
- Lea, A. G. H. 1984. Farb und gerbstoffe in englischen mostapfeln. *Flüss Obst.*, 51 (8): 356-361.
- Lee, H. S., R. E. Wroldstad. 1988. Appl juice composition: sugar, nonvolatile acid and phenolic profile. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 71(4): 789-794.
- Maier, G., P. Mayer, H. Dietrich, K. Wucherpfennig. 1990. Polyphenoloxidasen und ihre anwendung bei der stabilisierung von fruchtsaefen. *Flüss Obst.*, 57(4): 230-239.
- Markham, K. R. 1982. *Techniques of flavonoid identification*. Academic Press. s. 1-113. London.

- Mazza, G., Y.S. Veliöğlu. 1992. Anthocyanins and other phenolic compounds in fruits of red-flesh apples. *Food Chem.*, 43 (2): 113-117.
- Oh, H., J.E. Hoff. 1987. pH dependence of complex formation between condensed tannins and proteins. *J. Food Sci.*, 52(5): 1267-1269.
- Ramanathan, L., N.P. Das. 1992. Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. *J. Agric. Food Chem.*, 40(1): 17-21.
- Risch, B., K. Herrmann. 1988. Die gehalte an hydroxyzimtsäureverbindungen und catechinen in kern und steinobst. *ZLUF*, 186: 225-230.
- Schols, H.A., P.H. Int Veld, W. Van Deelen, A.G.J. Voragen. 1991. The effect of the manufacturing method on the characteristics of apple juice. *ZLUF*, 192 : 142-148.
- Spanos, G.A., R.E. Wrolstad. 1992. Phenolic of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage. *J. Agric. Food Chem.*, 40(9): 1478-1487.
- Spanos, G.A., R.E. Wrolstad, D.A. Heatherbell. 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of apple juice. *J. Agric. Food Chem.*, 38(7): 1572-1579.
- Stagg, G.V., D.J. Millin. 1975. The nutritional and therapeutic value of tea-A review. *J. Sci. Food Agric.*, 26(10): 1439-1459.
- Thumann, I., K. Herrmann. 1980. Über die antioxidative Wirkung von hydroxyzimtsäuren und hydroxybenzoesäuren. *DLR*, 76(10): 344-348.
- Tomas-Lorente, F., C. Garcia-Viguera, F. Ferreres., F.A. Tomas-Barberan. 1992. Phenolic compounds analysis in the determination of fruit jam genuinenes. *J. Agric. Food Chem.*, 40(10): 1800-1804.
- Uras, N. 1992. Gıda sektöründe gelişmeler ve beklentiler. *Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Yayını*, s. 1-55. İstanbul.
- Vamos-Vigyazo, L., I. Gajzago, V. Nadudvari-Markus, K. Mihalvi. 1976. Studies into the enzymic browning and the polyphenol-polyphenoloxidase complex of apple cultivars. *Confructa*, 21(1-2): 24-35.
- Van Buren, J.P. 1970. Fruit Phenolics. The biochemistry of fruits and their products, Vol:1 (ed: A.C. Hulme), s. 269-304. Academic Press, London.
- Van Buren, J.P., L. De Vos, W. Pilnik. 1976. Polyphenols in Golden delicious apple juice in relation to method of preparation. *J. Agric. Food Chem.*, 24(3): 448-451.
- Wald, B., R. Galensa. 1989. Nachweis von Fruchtsaft Manipulationen bei apfel-und birnensaft. *ZLUF*, 188: 107-114.
- Walker, J.R.L., E.L. Wilson. 1975. Studies on the enzymic browning of apples. Inhibition of apple o-diphenoloxidase by phenolic acids. *J. Sci. Food Agric.*, 26(12):1825-1831.
- Weidenbörner, M., H. Hindrof, H.C. Jha, P. Tsotsonos. 1990. Antifungal activity of flavonoids against storage fungi the genus *Aspergillus*. *Phytochemistry*, 29(4):1103-1105.