

ELMA ÇÜRÜKLÜK DÜZEYİNİN ELMA SUYUNUN PATULİN VE FUMARİK ASİT DÜZEYİNE ETKİSİ

EFFECT OF ROTTEN PROPORTION OF APPLE ON PATULIN AND FUMARIC ACID CONTENT OF APPLE JUICE

Çetin KADAKAL¹, Sebahattin NAS¹, Ender POYRAZOĞLU², Atilla ŞİMŞEK²

¹Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çamlık-Denizli

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 06110 Dışkapı - Ankara

ÖZET: Bu araştırmada Golden delicious çeşidi elmalar yüzeydeki çürüme oranı dikkate alınarak tek tek incelenmiş ve sağlam, %30, %60 ve %100'ü çürük şeklinde sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan elmalar, elma suyuna işlenmiştir. Elde edilen elma suyu örneklerinde patulin, fumarik asit, HMF, pH, briks ve Hunter L, a ve b değerleri belirlenmiştir. Çürüme oranı %30, %60 ve %100 olan Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularının patulin içeriği, sırasıyla 36.2-508.5 µg/kg, 96.1-1153.2 µg/kg, 66.7-564.7 µg/kg sınırları arasında belirlenmiştir. Sağlam, %30, %60 ve %100 çürük Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularının fumarik asit miktarının ise sırasıyla 0.00-0.25 mg/kg, 0.30-0.64 mg/kg, 0.61-1.95 mg/kg, 0.93-3.16 mg/kg arasında olduğu saptanmıştır.

ABSTRACT: in this research, Golden delicious apples were classified taking note of the rotten proportion on the space as sound and 30%, 60% and 100% decayed. Classified apples are used in the production of apple juice. Then patulin, fumaric acid, HMF, pH, brlx and Hunter L, a and b values of apple juice samples were determined. It was determined that amount of patulin of the clear apple juice produced with Golden delicious apples that have 30%, 60% and 100% decay proportion were ranged between 36.2-508.50 µg/kg, 96.1-1153.2 µg/kg, 66.7-564.7 µg/kg, respectively. The amount of fumaric acid of clear apple juice produced with Golden delicious apples that are sound and have 30%, 60% and 100% decay proportion were found between 0.00-0.25 mg/kg, 0.30-0.64 mg/kg, 0.61-1.95 mg/kg, 0.93-3.16 mg/kg, respectively.

GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye'de elma üretimi hızlı bir artış göstermektedir. 1995 yılı verilerine göre elma üretimi dünyada 49,682,000 ton iken Türkiye'de 2,100,000 ton'dur. 1997 yılı verilerine göre ise Türkiye'nin elma üretimi 2,550,000 ton'a ulaşmıştır (ANONYMOUS, 1997; EKŞİ, 1997).

Meyve suyu fabrikaları Eylül ayı ortasından itibaren elma alımına başlamakta ve bu işlem Kasım ayı sonuna kadar devam etmektedir. Bu süre içerisinde alınan elmaların bir kısmı hemen işlenirken, bir kısmı da açıkta yığınlar halinde depolanmaktadır. Elmaların uzun süre açıkta bekletilmeleri sonucunda bir taraftan randıman düşerken diğer taraftan sezon sonunda üretilen elma suyu konsantrelerinin patulin miktarında önemli artışlar ortaya çıkmaktadır (ARTIK ve ark., 1992).

Elma suyu ve elma suyu konsantresinin ihracatında problem oluşturan patulin bazı *Penicillium*, *Aspergillus* ve *Byssochlamys* türleri tarafından oluşturulan bir metabolittir (SCOTT ve KENNEDY, 1973; HARRISON, 1989; ARTIK ve ark., 1992). Patulin üretebilen küfler değişik nedenlerle zedelenmiş bulunan meyvelere bulaşmakta, taşıma ve kısa süreli depolama sürecinde hızla gelişerek patulin oluşturmaktadır. Meyvelerde küflenmiş bölge ve bu bölgeye bitişik belli bir kısım uzaklaştırıldığında elmanın diğer kısımları meyve suyu üretiminde kullanılabilir (ARTIK ve ark., 1992). Fareler üzerinde yapılan denemelerle patulinin mutajen, teratojen (CIEGLER ve ark., 1976) ve karsinojen (ÖZÇELİK, 1976) etki yapabildiğinin belirlenmesi, patulini insan sağlığı açısından bazı ürünlerde ve özellikle elma suyu ve konsantresinde önemli bir kalite parametresi haline getirmiştir. Patulinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini dikkate alan Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve birçok ülke, gıdalarda ve bu arada elma suyunda bulunmasına izin verilen patulin miktarını 50 µg/kg ile sınırlandırmıştır (ARTIK ve ark., 1992; BURDA, 1992; PRIETA ve ark., 1994).

KADAKAL ve NAS (2000a; 2000b), sağlam, %30, %60 ve %100 çürüme oranına sahip karışık haldeki Amasya, Golden delicious ve Starking elmalarından ürettikleri berrak elma sularındaki patulin miktarını sırasıyla 4.2-15.2 µg/kg, 55.7-436.1 µg/kg, 62.6-718.9 µg/kg, 246.3-1728.9 µg/kg arasında, fumarik asit miktarını ise 0.11-0.88 mg/kg, 0.30-0.91 mg/kg, 0.79-1.51 mg/kg, 1.36-2.41 mg/kg arasında bulmuşlardır. Genel olarak berrak elma suyu üretiminde kullanılan elmalarda çürüme oranı arttıkça pH ve Hunter renk değerlerinde (L ve a) azalma, HMF miktarında ise artış saptanmıştır.

Taze meyvelerde doğal olarak çok düşük düzeyde bulunan fumarik asit miktarı *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Mucor*, *Coccinella* ve *Cunninghamella* cinsi küf ve mayaların bazı suşlarının gelişimi sonucu meyvelerde artış göstermektedir (OKAMURA ve ark., 1996). Elma ürünlerine asit dengesini sağlayabilmek amacıyla kimi zaman dışarıdan sentetik malik asit ilave edilebilmektedir. Fumarik asit, sentetik malik asit preparatında doğal olarak bulunmakta ve 210 nm'de malik asitten daha yüksek absorpsiyon değeri göstermektedir. Bu nedenle fumarik asit, elma sularında malik asit katkısının bir göstergesi olarak kullanılabilir ve elma sularında 3 mg/L'den daha fazla fumarik asit bulunması sentetik malik asit katkısının kanıtı olarak kabul edilmektedir (TRICARD ve ark.,1986; OKAMURA ve ark.,1996).

Elmaların uzun süre açıkta yığın halinde bekletilmesi sonucu elmalar doğal çürümekte ve dolayısıyla çürümüş elmalardan üretilen elma suyu ve elma suyu konsantrelerinde patulin düzeyi artmaktadır. İşlemeye alınan elmaların çürüme oranına bağlı olarak son ürünün patulin ve fumarik asit miktarının belirlenmesi, son üründe istenen kalitenin sağlanması açısından çok önemlidir. Bu nedenle, gerçekleştirilen çalışmada farklı çürüklük oranındaki Golden delicious çeşidi elmalardan üretilen elma sularının patulin, fumarik asit içeriği ve elma suyunun kalitesi üzerine etkili diğer bazı özellikler saptanarak, hammadde kalitesi ve son ürün kalitesi ile son ürünün patulin içeriği arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Türkiye'de elma suyu ve elma suyu konsantresine en çok işlenen çeşitlerden birisi olması nedeniyle çalışmada materyal olarak Golden delicious çeşidi elmalar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Golden delicious çeşidi elmalar 1998-1999 yıllarının Ekim-Şubat ayları arasında Ege Bölgesinde bulunan tanınmış bir üretici firmadan sağlanmıştır. Fabrikaya gelen elmalar yıkama havuzunda yıkandıktan sonra taşınırken rasgele 100 kg elma alınmıştır. Alınan elma numunesi tek tek incelenerek yüzeydeki çürüme oranına göre ayrı ayrı, sağlam (%0 çürük), %30 çürük, %60 çürük ve %100 çürük şeklinde sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma için her bir elmanın yüzeyi kalemle 10 eşit parçaya bölünerek elmanın çürük yüzeyinin alanının elmanın toplam yüzey alanına oranlanması ile çürüklük düzeyleri belirlenmiştir. Farklı çürüklük düzeyine göre sınıflandırılan elmalar ayrı ayrı elma suyu üretiminde kullanılmıştır.

Elma Suyu Üretimi

Elma suyu üretimi için her bir partiden 100 kg elma laboratuvar koşullarında preslenerek bulanık elma suyu elde edilmiştir. Üretilen bulanık elma suyu 80 °C'de 3-5 dakika süreyle ısıtılmış ve daha sonra sıcak enzimatik fermentasyon için 45-50 °C'ye soğutulmuş yeterli miktarda pektolitik enzim (pectinex AR, amilaz AG300-Novo) ilave edilmiştir. Pektolitik parçalanmayı takiben önceden hesaplanan miktarda jelatin çözeltisi ve bentonit ilave edilip 1-2 saat beklendikten sonra filtrasyon işlemi ile berrak elma suyu elde edilmiştir.

Patulin tayini

Örneklerde patulin tayini yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak ISO 8128 tarafından önerilen metoda ve diğer bir modifiye yöntem (ANONYMOUS, 1993; GÖKMEN ve ACAR, 1995) göre yapılmıştır. Analizde kullanılan solventler ve damıtık su HPLC'de kullanıma uygun (grade) saflıktadır. Kullanılan HPLC cihazının çalışma koşulları ise aşağıda sunulmuştur.

Mobil faz	: Asetonitril (%10'luk)
Akış hızı	: 1.0 mL/d
Kolon	: Novo Pak C18 (250 x 4.6 mm, ID)
Sistem Kontrol Ünitesi	: Shimadzu SCI-10A-VP
Dedektör	: UV VIS Shimadzu PDA Dedektör (SPD-M 10A-VP)
Pompa	: Shimadzu LC-10AT-VP

Fumarik asit tayini

Fumarik asit tayini yüksek performans sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak HUNTER ve ark., (1991) tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır. Bunun için elma suyu örnekleri doğrudan doğruya 0.45 µm membran filtreden (Millipore Co.) vakum filtrasyona tabi tutularak 5 mL filtrat elde edilmiştir. Bunun üzerine 5 mL % 10'luk (v/v) H₂SO₄ çözeltisi (Riedel-de Haen, 17831) ilave edildikten sonra deiyonize su ile 25 mL'ye tamamlanmıştır. Karışım 0.45 µm membran filtreden geçirilerek elde edilen filtrattan 20 µL cihaza enjekte edilmiştir. Cihazın çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Mobil faz	: Fosfat Tamponu (0,02 M KH ₂ PO ₄)
Akış hızı	: 1.0 mL/d
Kolon	: C18 (250 x 4.6 mm, ODS-2)
Sistem Kontrol	: SCI-10A-VP
Dedektör	: UV VIS Shimadzu PDA Dedektör (SPD-M 10A-VP)
Pompa	: Shimadzu LC-10AT-VP

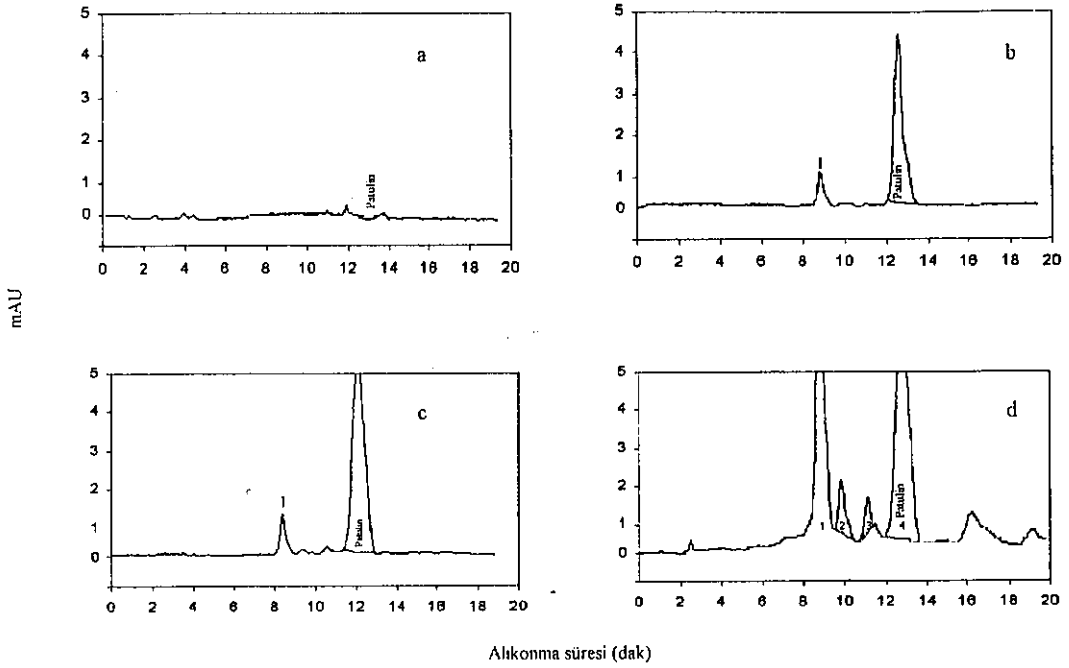
Elma suyu örneklerinin pH değeri potansiyometrik olarak pH metre (WTW, pH 537) ile, suda çözünür kurumadde (briks) değeri dijital refraktometre (RFM 340) ile (ANONYMOUS, 1983; CEMEROĞLU, 1992), renk ölçümü, Miniscan XE tipi Hunter-lab renk tayin cihazı ile (AURAND ve ark., 1987) yapılmıştır. Elma sularının HMF miktarlarının belirlenmesinde spektrofotometrik yöntem uygulanmıştır (ANONYMOUS, 1983).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sağlam ve farklı oranda çürük Golden delicious elmalarından elde edilen elma sularına ait patulin, fumarik asit ve HMF değerleri Çizelge 1'de, pH ve briks değerleri Çizelge 2'de, Hunter renk (L, a ve b) değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Patulin analizinde en önemli noktalardan biri HMF pikinin patulin pikinden ayrıştırılmasıdır. Şekil 1'deki kromatogramlardan da görüldüğü gibi HMF ve patulin pikleri tamamen ayrılması HPLC'de gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi 3 numara ile gösterilen ve 11-12. dakikalar arasında gelen HMF piki ile 4 numara ile gösterilen ve 12-13. dakikalar arasında gelen patulin piki net bir şekilde ayrılmıştır. Yine aynı kromatogramda 9-10. dakikalar arasında çıkan ve 1 numara ile gösterilen pik ise fumarik asite aittir. Kromatogramda 10-11. dakikalar arasında çıkan pikin hangi bileşiğe ait olduğu belirlenememiştir. Çürüme oranı %100 olan elmalardan üretilen elma sularına ait tüm kromatogramlarda da benzer bir pik elde edilmiştir.

Sağlam Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularında patulin belirlenememiştir. Çürüme oranı %30, %60 ve %100 olan elmalardan üretilen berrak elma sularının patulin içeriği, sırasıyla 36.2-360.1 µg/kg, 96.1-1153.2 µg/kg, 66.7-564.7 µg/kg sınırları arasında belirlenmiştir. Çürüme oranı %30 olan elmalardan üretilen berrak elma sularının patulin içeriği aynı partiye ait %60 oranında çürük elmalardan üretilen berrak elma sularının patulin içeriğinden düşük bulunmuştur (Şekil 2). Berrak elma suyunun üretildiği elmalarda çürüklük oranı arttıkça patulin miktarı artış göstermektedir (Şekil 2). Çürüme oranı %100 olan elmalardan üretilen berrak elma sularının patulin içeriği, %60 çürük elmalardan üretilen 4 partiye ait berrak elma sularının patulin içeriğinden düşük, diğer uygulamalardan yüksek bulunmuştur (Şekil 2,



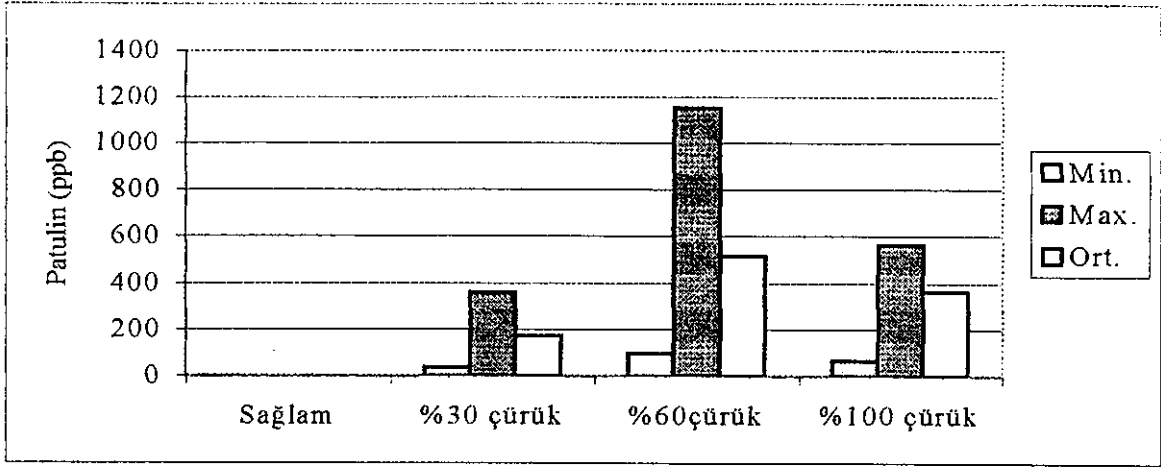
Şekil 1. Sağlam (a), %30 (b), %60 (c) ve %100 (d) çürük Golden delicious elmalarından üretilen elma sularına ait patulin kromatogramları a) 0.0 ppb, b) 131.5 ppb; c) 363.2 ppb; d) 408.7 ppb; 1: Fumarik asit; 2: Bilinmeyen; 3: HMF; 4: Patulin

Çizelge 1). Bu çalışmada kullanılan %100 çürümüş elmaların çürüme zamanı tespit edilememiştir. Bu nedenle bazı örneklerin patulin içeriğinde tespit edilen azalmanın çürüme süresiyle ilişkili olduğu, çürümüş elmalarda patulinin belli bir süreden sonra azalabileceğini veya yıkama sırasında elmaların çürük dokularından havuz suyuna patulinin geçmiş olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 1. Sağlam ve Farklı Oranda Çürük Golden Delicious Elmalarından Üretilen Berrak Elma Sularının Patulin , Fumarik Asit ve HMF Miktarları

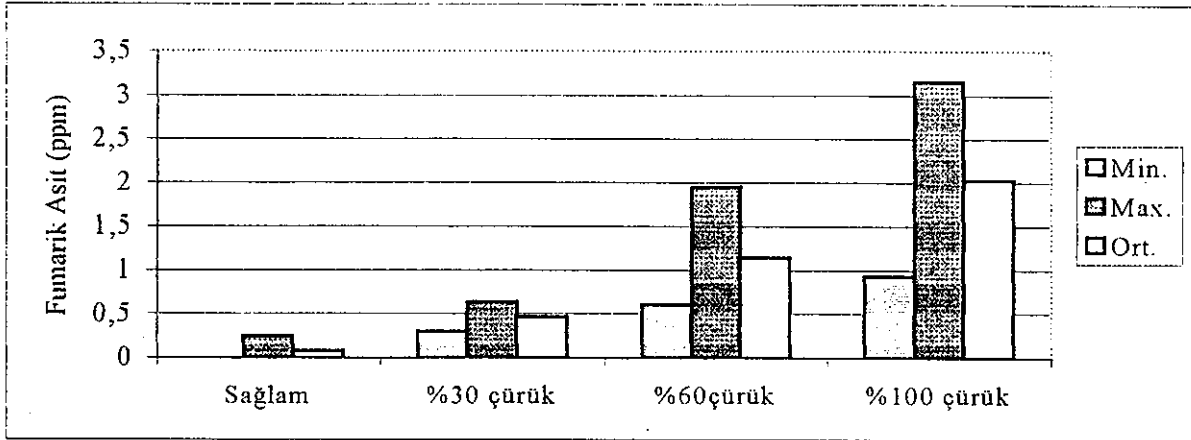
Parti No	Patulin ($\mu\text{g}/\text{kg}$)				Fumarik Asit (mg/kg)				HMF (mg/kg)			
	Sağlam	%30 Çürük	%60 Çürük	%100 Çürük	Sağlam	%30 Çürük	%60 Çürük	%100 Çürük	Sağlam	%30 Çürük	%60 Çürük	%100 Çürük
1	0.0	59.3	96.1	66.7	0.00	0.37	0.79	1.72	0.00	0.37	0.32	7.19
2	0.0	343.1	1153.2	350.5	0.00	0.44	1.95	2.15	0.00	5.45	0.00	0.00
3	0.0	186.4	187.1	564.7	0.00	0.62	0.99	2.72	0.00	0.23	0.00	0.56
4	0.0	360.1	750.8	392.9	0.25	0.50	1.28	3.16	0.00	0.00	0.00	0.47
5	0.0	36.2	1045.3	237.0	0.19	0.30	0.61	0.93	0.00	0.00	0.00	0.37
6	0.0	131.5	363.2	408.7	0.00	0.40	0.95	1.47	0.00	0.00	0.00	0.43
7	0.0	183.0	194.7	503.3	0.00	0.49	1.11	2.11	0.00	0.98	0.00	0.76
8	0.0	98.7	348.4	406.4	0.18	0.64	1.45	2.00	0.00	0.64	0.00	0.68
Min.	0.0	36.2	96.1	66.7	0.00	0.30	0.61	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00
Max.	0.0	360.1	1153.2	564.7	0.25	0.64	1.95	3.16	0.00	5.45	0.32	7.19
Ort.	0.0	174.8	517.4	366.3	0.08	0.47	1.14	2.03	0.00	0.96	0.04	1.31
SS	0.0	121.3	410.7	155.4	0.11	0.12	0.42	0.70	0.00	1.85	0.11	2.39
VK(%)	0.0	69.39	79.38	42.42	137.50	25.53	36.84	34.48	0.00	192.71	275.00	182.44

SS: Standart sapma; VK: Varyasyon katsayısı



Şekil 2. Sağlam ve farklı oranda çürümüş Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularının fumarik asit miktarları

Şekil 3 ve Çizelge 1'den görüldüğü üzere sağlam Golden delicious elmalarından üretilen 4, 5 ve 8 kod nolu berrak elma suyu örneklerinde fumarik asit miktarları sırasıyla 0.25 mg/kg , 0.19 mg/kg ve 0.18 mg/kg olarak belirlenirken, diğer örneklerde fumarik asit saptanamamıştır. Çürüme oranı %30 olan Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularının fumarik asit miktarı 0.30-0.64 mg/kg arasında değişmiş olup bu değerler sağlam Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularının fumarik asit miktarından yüksektir. Çürüme oranı %60 olan elmalardan üretilen berrak elma sularının fumarik asit miktarı aynı partiye ait sağlam ve %30 çürük elmalardan üretilen berrak elma sularının fumarik asit miktarından



Şekil 3. Sağlam ve farklı oranda çürümüş Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularının patulin miktarları

yüksek bulunmuştur. Çürüme oranı %100 olan elmalardan üretilen berrak elma sularının fumarik asit miktarı diğer örneklere ait berrak elma sularının fumarik asit miktarından yüksek bulunmuştur. Sağlam ve farklı oranda çürümüş Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularının tamamında çürüklük oranı arttıkça fumarik asit miktarının yükseldiği saptanmıştır

Sağlam Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularında HMF belirlenememiştir. Çürüme oranı %30 olan elmalardan üretilen 3 berrak elma suyu örneğinde HMF belirlenemezken, diğer örnekte HMF miktarı 0.23-5.45 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Çürüme oranı %60 olan Golden

delicious elmalarından üretilen berrak elma sularından sadece 1 nolu üretime ait berrak elma suyunun HMF miktarı 0.32 mg/kg çıkarken diğer örneklerde HMF tespit edilememiştir. Çürüme oranı %100 olan Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularından 2 nolu üretime ait berrak elma suyunda HMF belirlenemezken, diğer örneklerin HMF miktarı 0.37-7.19 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Elma suyu örneklerinden sadece %30 ve %60 çürük elmalardan üretilen berrak elma sularından birer örnekte HMF miktarı elma suyunda bulunmasına izin verilen 5 mg/kg düzeyinin (ANONYMOUS, 1981) üzerinde çıkmıştır (Çizelge 1). Bu sonuçlar çürümüş elmalardan üretilen elma sularında HMF düzeyinin sağlam elmalardan üretilen elma sularına göre daha yüksek olduğunu, ancak bu durumun HMF açısından elma suyu kalitesinin çok önemli derecede olumsuz etkilemediğini göstermektedir.

Çizelge 2'den görüleceği üzere sağlam ve farklı oranda çürük Golden delicious elmalarından üretilen bulanık elma sularının tamamının pH değeri berrak elma sularının pH değerinden yüksek çıkmıştır. Bu sonuç, bulanık elma suyunun durultulmasında uygulanan işlemlerin veya ilave edilen durultma maddelerinin elma suyunun pH değerini düşürdüğünü göstermektedir. Sağlam, %30 ve %60 çürük Golden delicious elmalarından üretilen bulanık ve berrak elma sularının pH değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Ancak, çürüklük oranı %100 olan Golden delicious elmalarından üretilen bulanık ve berrak elma sularının pH değerlerinin sağlam, %30 ve %60 çürük Golden delicious elmalarından üretilen bulanık ve berrak elma sularının pH değerinden düşük çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Elmalarda çürüme oranı arttıkça fumarik asit miktarı da artmaktadır (Çizelge 1, Şekil 3). Dolayısıyla çürük elmalardan üretilen elma sularında pH'nın düşmesi, fumarik asit içeriğinin artmasından kaynaklanabileceği hususunu akla getirmektedir.

Çizelge 2. Sağlam ve Farklı Oranda Çürük Golden Delicious Elmalarından Üretilen Bulanık ve Berrak Elma Sularının pH ve Brix Değerleri

Parti No	pH Değeri								Brix							
	Sağlam		% 30 Çürük		% 60 Çürük		% 100 Çürük		Sağlam		% 30 Çürük		% 60 Çürük		% 100 Çürük	
	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES
1	4.06	4.02	4.05	3.96	4.07	3.93	3.63	3.60	14.40	15.30	15.10	15.50	15.00	15.20	14.10	15.10
2	3.89	3.86	3.82	3.73	3.94	3.93	3.77	3.74	14.50	15.10	15.10	15.60	17.40	17.90	13.90	14.50
3	3.87	3.86	3.95	3.81	3.84	3.82	3.42	3.48	13.70	14.80	15.50	16.60	15.10	15.90	13.60	14.10
4	3.74	3.73	3.90	3.89	3.75	3.70	3.40	3.42	14.40	15.20	16.00	17.50	16.00	16.90	13.10	13.80
5	3.98	3.94	3.95	3.90	3.92	3.84	3.24	3.25	14.50	14.80	17.90	18.50	14.70	15.30	12.10	12.80
6	3.88	3.85	3.99	3.90	3.91	3.83	3.27	3.28	18.10	18.80	18.10	18.70	14.70	15.20	12.60	13.40
7	3.86	3.84	3.96	3.87	4.07	4.03	3.36	3.40	13.30	13.70	18.60	19.00	12.80	13.40	11.90	12.40
8	3.97	3.93	4.00	3.89	4.03	3.97	3.49	3.51	12.90	13.30	16.50	17.30	13.90	14.30	10.90	11.40
Min	3.74	3.73	3.82	3.73	3.75	3.70	3.24	3.25	12.90	13.30	15.10	15.50	12.80	13.40	10.90	11.40
Max	4.06	4.02	4.05	3.96	4.07	4.03	3.77	3.74	18.10	18.80	18.60	19.00	17.40	17.90	14.10	15.10
Ort	3.91	3.88	3.95	3.87	3.94	3.88	3.45	3.46	14.48	15.13	16.60	17.34	14.95	15.51	12.78	13.44
SS	0.10	0.09	0.07	0.07	0.11	0.10	0.18	0.16	1.59	1.65	1.41	1.36	1.36	1.41	1.11	1.20
VK	2.56	2.32	1.77	1.81	2.79	2.58	5.22	4.62	10.98	10.91	8.49	7.84	9.10	9.09	8.69	8.93

BuES: Bulanık elma suyu, BeES: Berrak elma suyu; SS: Standart sapma; VK: Varyasyon katsayısı

Sağlam ve farklı oranda çürük Golden delicious elmalarından elde edilen berrak elma sularının briks değeri aynı örneklere ait bulanık elma sularının briks değerinden yüksek bulunmuştur. Golden delicious elmalarından üretilen bulanık ve berrak elma sularında en yüksek briks değeri %30 çürük elmalardan üretilen bulanık ve berrak elma sularında saptanmış ve bunu sırasıyla sağlam, %60 ve %100 çürük elmalardan üretilen elma suları izlemiştir (Çizelge 2).

Sağlam Golden delicious elmalarından üretilen bulanık elma sularının tamamının Hunter L değeri berrak elma sularının Hunter L değerinden düşük bulunmuştur. Bu durumun durultma işleminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak %100 çürük elmalardan üretilen bulanık ve berrak elma sularının Hunter L değerleri, sağlam Golden delicious elmalarından üretilen bulanık ve berrak elma sularının Hunter L değerinden düşük bulunmuştur (Çizelge 3).

Sağlam, %30, %60 ve %100 çürük Golden delicious çeşidi elmalardan üretilen bulanık ve berrak elma sularının tamamında bulanık elma sularının Hunter a değeri berrak elma sularının Hunter a değerinden düşük bulunmuştur. Golden delicious elmalarında çürüklük oranı arttıkça elde edilen bulanık ve berrak elma sularının Hunter a değerinde azalma meydana gelmiştir (Çizelge 3).

Sağlam ve %30 çürük Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularının tamamının Hunter b değeri, bulanık elma sularının b değerinden yüksek bulunmuştur. Çürüme oranı %60 olan Golden delicious elmalarından üretilen 5 bulanık elma suyu örneği ile 6 berrak elma suyu örneğinin Hunter b değeri, %30 çürük Golden delicious elmalarından üretilen bulanık ve berrak elma sularının Hunter b değerinden düşük bulunmuştur. %100 çürük Golden delicious elmalarından elde edilen bulanık ve berrak elma sularının tamamının Hunter b değeri sağlam elmalardan elde edilen bulanık ve berrak elma sularının Hunter b değerinden düşük bulunmuştur (Çizelge3).

Çizelge 3. Sağlam ve Farklı Oranda Çürük Golden Delicious elmalarından Üretilen Bulanık ve Berrak Elma Sularının L, a ve b değerleri

Parti No	L								a								b							
	Sağlam		% 30 Çürük		% 60 Çürük		% 100 Çürük		Sağlam		% 30 Çürük		% 60 Çürük		% 100 Çürük		Sağlam		% 30 Çürük		% 60 Çürük		% 100 Çürük	
	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES	BuES	BeES
1	32.03	40.49	29.13	36.14	31.33	30.81	28.58	19.59	4.43	19.98	8.66	20.91	7.65	19.48	7.47	9.32	22.28	53.64	21.63	58.21	24.25	60.27	21.49	22.55
2	25.83	38.53	30.48	32.88	28.02	18.44	25.64	19.47	8.44	11.93	9.26	17.11	7.21	8.19	6.39	7.61	22.42	60.92	20.25	53.27	22.27	17.66	21.99	13.65
3	27.84	39.84	29.30	20.01	27.43	25.21	27.17	31.13	9.00	10.08	9.21	17.75	6.32	15.38	4.28	7.02	23.33	61.81	23.35	31.01	22.99	38.21	18.54	38.99
4	27.82	43.72	26.65	27.61	28.00	19.24	35.68	33.21	6.56	15.73	9.10	18.74	6.07	10.44	5.48	8.02	24.35	55.24	21.53	43.51	24.4	22.98	22.81	38.41
5	28.74	31.62	28.53	36.02	25.90	30.89	24.68	30.47	7.54	14.44	8.25	16.27	7.18	12.19	1.30	5.53	23.59	51.04	22.75	55.19	20.82	47.38	18.04	44.02
6	29.98	31.17	28.06	27.43	26.97	37.94	27.49	30.90	9.01	13.53	9.29	17.38	8.31	10.05	2.08	4.80	24.68	50.02	24.25	45.67	21.87	21.87	17.23	44.15
7	28.20	34.03	41.27	24.18	29.45	16.23	28.22	21.08	8.08	12.20	9.03	17.50	7.77	9.55	1.19	5.33	24.11	58.63	27.5	38.71	24.22	18.46	14.99	22.95
8	30.61	33.67	29.85	23.15	28.92	18.16	25.53	18.96	6.94	13.94	9.54	19.35	8.55	10.32	0.73	3.83	24.53	54.88	26.99	38.62	23.88	18.68	14.28	18.8
Min	25.83	31.17	26.65	20.01	25.90	18.16	24.68	18.96	4.43	10.08	8.25	16.27	6.07	8.19	0.73	3.83	22.26	50.02	20.25	31.01	20.82	17.66	14.28	13.65
Max	32.03	43.72	41.27	39.02	31.33	37.94	36.68	33.21	9.01	19.98	9.54	20.91	8.55	19.46	7.47	9.32	24.68	61.81	27.50	59.21	24.40	52.53	22.81	44.15
Ort	28.88	38.91	30.41	28.80	28.24	24.34	27.62	25.60	8.00	13.98	9.04	18.12	7.38	11.95	3.82	6.43	23.66	55.52	23.53	45.65	23.09	33.99	18.42	30.19
SS	1.93	4.49	4.54	6.64	1.87	8.12	3.49	6.31	1.53	2.98	0.41	1.47	0.88	3.72	2.63	1.85	0.90	4.21	2.60	9.63	1.32	15.29	3.33	12.51
VK (%)	6.68	12.16	14.93	23.06	5.91	33.36	12.64	24.65	19.13	21.32	4.54	8.11	11.92	31.13	72.65	28.77	3.93	7.58	11.05	21.10	5.72	45.79	18.08	41.44

BuES: Bulanık elma suyu; BeES: Berrak elma suyu; SS: Standart sapma; VK: Varyasyon katsayısı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çürüme oranı % 100 olan elmalardan üretilen berrak elma sularının yarısının patulin miktarı %60 çürük elmalardan üretilen berrak elma sularından daha düşük çıkmıştır. Bu durum elmaların %100 çürümüş olarak bekleme süresine bağlı olarak aşırı çürümeden dolayı patulinin stabilitesini kaybettiğine işaret edebilmektedir. Ancak bu konuda daha sağlıklı yargıya varabilmek için tamamen çürümüş elmalardan üretilen elma sularında belli periyotlarla patulin analizi yapıp, patulin miktarında meydana gelebilecek değişimlerin belirlenmesi gerekmektedir. Patulin açısından güvenilir elma ürünleri elde etmek için (<50 µg/kg patulin) % 30 ve daha fazla çürük Golden delicious elmalarının elma suyu üretiminde kullanılmaması,

fazla çürük (%30 ve üzeri) elmaların işleme alınması kaçınılmaz ise çürük elmaların ayıklanması veya basınçlı sıcak su kullanılmak suretiyle elmadan çürük dokunun ayrılması sağlanmalıdır. Golden delicious elmalarından üretilen berrak elma sularında çürüklük oranı arttıkça fumarik asit miktarının artması, fumarik asit oluşturan küflerin tüm çürüklük oranlarında gelişip fumarik asit oluşturabildiğini göstermektedir. Genel olarak Golden delicious elma çeşidinin sağlam olanlarına göre çürük olanlarından, özellikle % 100 çürük olanlarından, üretilen bulanık ve berrak elma sularının Hunter L, a, ve b değerleri oldukça düşük çıkmaktadır. Bu nedenle fabrika şartlarında elma suyunda istenen rengi elde etmek için özellikle %100 çürük elmaların elma suyu üretimde kullanılmasından kaçınılmalıdır.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1981. Elma Suyu Standardı, TS. 3686, TSE, Ankara.
- ANONYMOUS, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı, Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı, Gıda İşleri Genel Müd. Genel Yay. No:65, Ankara, 796 s.
- ANONYMOUS, 1993 Apple juice, apple juice concentrates and drinks containing apple juice-determination of patulin content I. method using high performance liquid chromatography. ISO 8128. 1. International Organisation for Standardization, Geneva.
- ANONYMOUS, 1997. Tarım İstatistikleri Özeti, Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü yayınları, Ankara.
- ARTIK, N., CEMEROĞLU, B., AYDAR, G., SAĞLAM, N., 1992. Elma suyu Konsantresi Üretiminde Aktif Kömür Kullanımı Üzerinde Araştırmalar, TÜBİTAK, TOAG-753, Basılmamış Proje son Raporu, Ankara, 105 s.
- AURAND, L.W., WOODS, A.E., WELLI, M.R., 1987. Food Composition and Analysis, An Avi Book, New York, U.S.A.
- BURDA, K., 1992. Incidence of Patulin in Apple, Pear, and Mixed Fruit Products Marketed in New South Wales, J. Food Protection 55: 796-798.
- CEMEROĞLU, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları, Biltav Yayınları., Ankara, 381 s.
- CIEGLER, A., BECKWITH, A.C., JACKSON, L.K., 1976. Teratogenicity of Patulin and Patulin Adducts Formed with Cysteine, Appl. Environ. Microb. 31: 664-667.
- EKŞİ, A., 1997. Türkiye'de Meyve Suyu Endüstrisi, Gıda Teknolojisi 2(10):84-89.
- GÖKMEN, V. ve ACAR, J., 1995. Elma Suyunda Yüksek Performans Likit Kromatografisi Yardımı ile Patulin Tayini, Gıda Sanayii Dergisi 40: 13-15.
- HARRISON, M.A., 1989. Presence and Stability of Patulin in Apple Products: A Review, Journal of Food Safety 9: 147-153.
- HUNTER, J.J., VISSE, J.H., DE VILLIERS, O.T., 1991. Preparation of Grapes and Extraction of Sugars and Organic Acids for Determination by High Performance Liquid Chromatography, Am. J. Enol. Vitic. 42(3): 237-244.
- KADAKAL, Ç., NAS, S., 2000a. Farklı Oranda Çürümüş Elmalardan Üretilen Elma Sularının Bazı Özellikleri. I. Patulin ve Fumarik Asit İçeriği, Gıda Bil. ve Tekn. (Yayına Sunuldu).
- KADAKAL, Ç., NAS, S., 2000b. Farklı Oranda Çürümüş Elmalardan Üretilen Elma Sularının Bazı Özellikleri. II. pH, Brix, HMF ve Renk, Gıda Bil. ve Tekn. (Yayına Sunuldu).
- OKAMURA, T., HORRIE, N., MIYAZAKI, Y., OHSUGI, M., 1996. Fumaric Acid, Anti-Thrombin Substance from *Rhizopus Javanicus*. J. Nutrition Sci. Vitam. 43: 241-247.
- ÖZÇELİK, S., 1979. Niğde, Amasya ve Erzincan İllerinde Üretilen Önemli Elma Çeşitlerinde Mikrobiyal Bozulmalar ve Bozulan Elmalarda Patulin Oluşumu, Doçentlik Tezi, Ankara. Üniv. Ziraat Fak., Erzurum.
- PRIETA, J., MORENA, M.A., DIAZ, S., SUAREZ, G., DOMINGUEZ, L., 1994. Survey of Patulin in Apple Juice and Children's Apple Food by the Diphasic Dialysis Membrane Procedure, J. Agric. Food Chem. 42: 1701-1703.
- SCOTT, P.M., KENNEDY, B.P.C., 1973. Improved Method for the Thin Layer Chromatographic Determination of Patulin in Apple Juice, J. Assoc. of Anal Chem. 56(4): 813-816.
- TRICARD, C., SADAGOHY, M., SUDRAUD, P., 1986. Fumaric Acid : An Indicator of Chances in Fruits Caused by *Rhizopus Stolonifer*, Annales des Falsification de PF/pettise Chimique et Toxicogique 70: 303-310.