

VIŞNE SUYU KONSANTRESİ ANTİOKSİDANLARININ ÜRETİM VE DEPOLAMA SÜRESİNCE DEĞİŞİMLERİ

Aslıhan Demirdöven*, Elçin Erceyes, Özgür Erceyes

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü, 60150, Tokat

Geliş tarihi / Received: 27.11.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 29.01.2016

Kabul tarihi / Accepted: 31.01.2016

Özet

Bu araştırmada, vişne suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinin antioksidan maddeler üzerine etkileri incelenmiştir. Üç ayrı yöreden temin edilen vişneler kullanılarak iki ayrı üretim döneminde altı farklı vişne suyu konsantresi üretilmiştir. Çalışma süresince; toplam antosiyanin, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerindeki değişimler belirlenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında endüstriyel ölçekli üretim hattının beş ayrı üretim noktasından örnekler alınarak vişne suyu konsantresi üretimindeki kalite değişimleri belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise çalışmanın ilk aşamasında üretilen vişne suyu konsantreleri 10 ay süreyle depolanarak iki ayda bir analize alınmıştır. Vişne suyu konsantrelerinin üretim ve depolama sonundaki toplam antosiyanin ve toplam fenolik madde içeriklerindeki kayıpların sıra ile %35-61, %0.8-16 oranında olduğu belirlenmiştir. Antioksidan kapasite değerlerindeki azalmalar ise FRAP yöntemi ile %8-40; TEAC yöntemi ile %8-23 arasında değişmektedir. Sonuç olarak; özellikle ısı işlemler sonunda ve depolamaya bağlı olarak vişne suyu konsantrelerinin üretim ve depolanmaları sırasında ürünün fonksiyonel özelliklerini belirleyen antioksidan maddelerde önemli kayıpların olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Vişne suyu konsantresi, üretim, depolama, antosiyanin, fenolik madde, antioksidan aktivite.

CHANGES in SOUR CHERRY JUICE CONCENTRATE ANTIOXIDANTS DURING PRODUCTION and STORAGE

Abstract

In this study, changes in antioxidant compounds of sour cherry juice concentrate during production and storage were investigated. Sour cherries were obtained from three different regions on two different production periods. As research material, 6 different concentrated sour cherry juice samples were used. And total anthocyanin, total phenolics, antioxidant capacity analyzes were performed. In the first step of the study, industrial-scale production lines used for sour cherry juice concentrate production; and samples were taken from five different process steps to determine quality changes. In the second step, same sour cherry juice concentrates which were produced in the first stage of the study were used as storage material. After productions, all sour cherry juice concentrates were stored for 10 months; and the analyses were performed in 2 months period. During production and storage periods of sour cherry juice concentrates losses were determined in total anthocyanins and total phenolic contents as 35-61%, 0.8-16%, respectively. And the reduction values of antioxidant capacities were observed 8-40% by FRAP method; 8-23% by TEAC method. The results suggested that functional properties decreased by heat treatment/storage; and antioxidant substances were significantly reduced in sour cherry juice concentrates.

Keywords: Sour cherry juice concentrate, production, storage, anthocyanin, phenolics, antioxidant capacity.

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ aslihan.demirdoven@gop.edu.tr,

☎ (+90) 0356 252 1616/2895,

☎ (+90) 0356 252 1729

GİRİŞ

Çeşitli meyvelerin kısa süren üretim sezonlarında büyük miktarlarda işlenmesi ve bunların tüketici ambalajına doldurulmaları çok büyük dolum ve depolama tesisleri gerektirmektedir. Bu nedenle meyve suları ekonomik bir yöntemle konsantre edilerek kitle halinde muhafaza edilip depolanmakta ve pazar talebine bağlı olarak yıl boyunca ambalajlanabilmektedir. Meyve sularının üretimleri, konsantreye işlenmeleri ve depolanmaları sırasında ise besin içeriklerinin değiştiği saptanmıştır (1). Bununla beraber antioksidan maddelerce zengin gıdalarla yapılan çalışmalar: antioksidanlar gibi biyoaktif bileşenlerin, bitkisel faktörler, çevresel faktörler, taşıma ve depolama koşulları ile işleme yöntemi (ısıtma, ağartma, seperasyon, durultma ve maserasyon) gibi faktörlerden etkilendiğini göstermektedir (2). Özellikle bu bileşiklerin üretim ve depolama sırasında hızlıca form değiştirerek biyoyararlılıklarının azalması söz konusudur (3, 4). Bu nedenle gerek kalite ve gerekse sağlık açısından antioksidan bileşiklerin olabildiğince korunması gereklidir. Uygulanan proseslerden ve depolamadan başta antioksidan maddelerin etkilenme düzeylerinin ortaya konulması ile üretim ve depolama süresinin mikrobiyel güvenlik yanında bu bileşiklere bağlı olarak da belirlenmesi oldukça önemlidir. Antioksidanlar arasında yer alan antosiyaninlerin parçalanmasına neden olan en önemli faktörse sıcaklıktır. Gerek ürünün işlenmesi gerekse de depolanması süresince uygulanan yüksek sıcaklık, antosiyaninlerde mutlaka parçalanmaya neden olmaktadır. Özellikle meyve bazlı ürünlerin ısıtılması ve depolanması sırasında sıcaklığın antosiyaninler üzerine olumsuz etkisi, yapılan birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Vişne suyu ve konsantrelerinde (5) proses sıcaklığındaki her 10°C'lik artış, antosiyaninlerin parçalanma hızını 1.3–2.8 kat artırırken, depolamada ise depolama sıcaklığındaki her 10°C artışın, antosiyaninlerin parçalanma hızını 2–3 misli artırdığını göstermektedir (6).

Literatürde vişne suyu ve konsantresinin materyal olarak kullanıldığı çalışmaların bir kısmı, vişne suyunun genel kimyasal bileşiminin belirlenmesine yönelikken (7) diğer bir kısmı vişnenin içerdiği antosiyaninlerin rengi ve stabilitesini konu almaktadır (8). Bir kısım yayın ise antosiyaninlerin renkten öte antioksidan aktiviteleri nedeni ile sağlıklı beslenme ve hastalıklardan korunma

açısından da önemli olduğunu göstermektedir (9). Bu olgu vişnenin fenolik bileşenleri ve özellikle antosiyaninleri konusundaki araştırma sayısında hızlı bir artışa yol açmıştır (10). Ancak literatürde vişne suyu konsantresinin endüstriyel ölçekli üretimlerindeki kalite değişimlerinin belirlendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısı ile vişne suyu konsantresi üreticilerine, üretim ve depolama aşamalarında gerekli önlemlerin alınması; tüketicilere ise fonksiyonel özellikleri yüksek vişne suyu tüketimine yönelik kapsamlı verilerin elde edilmesi önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan vişne suyu konsantresinin üretim ve depolama sürecinde antioksidan bileşiklerdeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışma kapsamında Tokat (Kazova), Amasya ve Ankara (Çubuk) illerinden temin edilen vişneler kullanılmıştır.

Yöntem

Vişne Konsantresi Üretimi

Vişne suyu konsantresi üretimleri vişne suyu konsantresi üretim hattına sahip bir meyve suyu fabrikasında endüstriyel üretim hattı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve işletmenin kullandığı üretim ve depolama koşullarına sadık kalınmıştır. Vişneler yıkama, ayıklama, sap uzaklaştırma ve parçalama aşamalarından geçirilerek mayşe elde edilmiştir. Elde edilen mayşe, 50 °C'de bir ön ısıtmaya tabi tutulmuş ve depolama tankına alınarak mayşe enzimasyonu amacıyla 20 mL/ton pektinaz enzimi ilave edilerek (Rapidaseintense DSM) 1 saat bekletmenin ardından, yatay pistonlu pres (Bucher, Fransa) kullanılarak 190 Bar basınçta preslenmiştir. Elde edilen bulanık vişne suyu 90-95 °C'ye ısıtılarak aroma tutucudan (döner konik kolon aroma tutucu) geçirilerek aroması ayrılmıştır. Daha sonra 50-55 °C'ye soğutularak durultma tanklarına alınmış ve pektolitik enzim (20mL/ton, Rapidaseintense DSM) ilavesi ile depektinizasyon yapılmıştır. Berraklaştırma aşamasında ise ön denemelerle dozları saptanmış durultma yardımcı maddeleri; jelatin (300 g/ton), bentonit (1 kg/ton) ve kiselsol (550 g/ton), enzimatik durultma işleminden 2.5-3 saat sonra ilave edilerek, bulanıklık yapan unsurlar çöktürülmüş ve üstte kalan berrak kısım filtre

edilmiştir. Durultulmuş ve kısmen berraklaştırılmış vişne suyu, filtre yardımcı maddesi (perlit) sarılmış tambur filtreden (Padovan, İtalya) geçirilerek berraklaştırılmıştır. Kristal berraklıkta vişne suyu üretimi amacıyla tambur filtreden çıkan meyve suyu son filtrasyon için kizelgur filtreden (dikey tanklı-yatay elekli kizelgur filtre-Padovan, İtalya) geçirilmiştir. Elde edilen berrak vişne suyunun konsantrasyonu üç aşamalı düşen film evaporatörde (55-60 °C, vakum basıncı-660 mmHg) yapılmıştır. Son briks (65 Briks) değerine ulaşmış olan konsantre 5 °C'ye soğutulurak ± 1 °C'de depolanmıştır.

Yukarıda söz edilen üretim basamaklarından vişne suyu ve konsantresinin kalitesini etkileyeceği düşünülen 5 ayrı üretim basamağı çıkışından (1-Pres; 2-Aroma tutucu; 3-Durultma; 4-Son filtrasyon ve 5-Evaporatör) ve iki ayrı üretim döneminde (Çizelge 1'e uygun olarak, sezon başlangıcı ve sonunda) örneklemeye yapılmış ve elde edilen vişne suyu örnekleri analiz yöntemleri başlığında belirtilen yöntemlerle analiz edilerek antioksidan maddelerdeki değişim belirlenmiştir.

Çizelge 1. Vişne suyu ve konsantresi üretim ve örneklem tarihleri
Table 1. Production and sampling dates of sour cherry juice and concentrates

Örnek Kodu (Sample Code)	Menşei (Origin)	Üretim Tarihi (Production Date)
Tokat-1	Tokat-Kazova	26.06.2012
Tokat-2	Tokat-Kazova	03.07.2012
Amasya-1	Amasya	26.06.2012
Amasya-2	Amasya	10.07.2012
Ankara-1	Ankara-Çubuk	15.07.2012
Ankara-2	Ankara-Çubuk	23.07.2012

Ayrıca üretilen vişne suyu konsantreleri 10 ay süreyle depolanmış ve depolanan konsantrelerden her iki ayda bir örnekler alınarak kalite değişimleri belirlenmiştir. Analizler öncesinde tüm konsantreler vişne suyunun doğal briks derecesi olan 13.5'a seyreltilmiştir. Tüm analizler 2 paralel ve 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Analiz Yöntemleri

Vişne suyu konsantrelerinin üretim ve depolama aşamalarındaki biyoaktif bileşenlerdeki değişimlerin belirlenmesi amacı ile toplam antosiyanin, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite (FRAP ve TEAC) değerleri belirlenmiştir. Toplam antosiyanin içeriği, Fuleki ve Francis (1968) tarafından geliştirilmiş bulunan pH-differansiyel metoduna göre yapılmıştır (11). Toplam fenolik madde içerikleri, Singleton ve Rossi (1965) tarafından verilen spektrofotometrik

yönteme uygun şekilde yürütülmüştür (12). FRAP yöntemiyle antioksidan kapasite tayini, Benzie ve Strain (1996), tarafından belirtilen yönteme göre (13), TEAC yöntemiyle antioksidan kapasite ise Re ve ark., (1999) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir (14).

İstatistiksel Değerlendirme

Üretim ve depolama aşamalarına ait istatistiksel değerlendirmeler "Şansa bağlı tesadüf parselleri" deneme desenine göre, uygulamalara ait farklılıklar ise Duncan testi ile %95 güven aralığında değerlendirilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 13 paket programı kullanılarak yürütülmüştür.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Vişne Suyu Konsantresi Üretiminde Antioksidan Maddelerdeki Değişim

Toplam antosiyanin, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerine ait analiz sonuçları üretim basamaklarını kapsayacak şekilde Çizelge 2'de verilmiştir. Genel olarak tüm örnek gruplarındaki presleme sonrası antosiyanin içerikleri dikkate alındığında belirlenen farklılıkların yöre, çeşit ve işleme dönemindeki farklardan kaynaklandığı görülmektedir.

Tokat-1 grubu örneğin pres çıkışı ve konsantreye işlenmesi sonrasındaki antosiyanin içerikleri karşılaştırıldıklarında toplam antosiyanin içeriğinde %31.57; Tokat-2 grubunda ise %37.22 kayıp belirlenmiştir. Amasya-1 ve Amasya-2 örneklerinde sırasıyla %20.01 ve %22.65; Ankara-1 ve Ankara-2 örneklerinde ise sırasıyla %40.38 ile %50.11 olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, vişne suyu konsantresi üretiminde uygulanan hemen hemen tüm işlemlerin antosiyanin kayıplarına neden olduğunu göstermektedir. Antosiyaninlerin parçalanmasına neden olan en önemli faktör, sıcaklıktır. Antosiyaninler bitkilerde genellikle glikozid olarak, yani şekerlere bağlı halde bulunurlar. Bu bileşikler ısıya karşı dayanıklı değildirler ve ısı uygulamaları sırasında büyük oranda parçalanırlar. Özellikle ısı işlem uygulamalarını içeren işlem basamakları antosiyanin kayıplarını arttırmıştır. Benzer sonuçlar siyah havuç suyuna uygulanan ısı işlemler sonrasında da belirlenmiştir (15). Pastörizasyon sonunda antosiyanin miktarının; nar suyunda %8-14 (6), yaban mersini suyunda %25-35 (16), Muscadin üzümü suyunda %12-15 (17) düzeyinde azaldığı

saptanmıştır. Ayrıca durultma aşaması olarak tanımlanan depektinizasyon ve berraklaştırma işlemleri sırasında da benzer kayıplar görülmektedir. Antosiyanince zengin meyve sularının durultulmalarında da benzer kayıpları içeren sonuçlar literatürde geçmektedir (18).

Toplam fenolik madde içeriklerine ait analiz sonuçları incelendiğinde, Tokat-1 kodlu örneklerde işleme sırasında %11.27 toplam fenolik madde kaybı tespit edilmiştir. Üretim basamaklarından durultma çıkışı (3), son filtrasyon çıkışı (4) ve evaporatör çıkışı (5) aşamalarında toplam fenolik içerikleri arasında ve aroma tutucu (2) ve son

filtrasyon çıkışı (4) basamakları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). Tokat-2 örneğinde toplam fenolik madde kaybı %6.36 olarak belirlenmiştir. Amasya-1 ve Amasya-2 örneklerindeki kayıplar ise sırasıyla %7.82 ve %3.85, Ankara-1 ve Ankara-2 örneklerindeki kayıp ise sırasıyla %2.84 ve %3.64 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen toplam fenolik madde içeriğine ait sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde vişne suyu konsantresi üretiminde uygulanan tüm işlemlerin fenolik madde içeriğinde bir miktar azalmaya neden olduğu görülmektedir. Literatürde benzer kayıplar farklı araştırmacılar tarafından da

Çizelge 2. Vişne suyu konsantresi üretiminde antioksidan bileşiklerdeki değişimler*
Table 2. Changes in antioxidant compounds during production of sour cherry juice concentrates

Örnek (Sample)	Aşama** (Stage**)	Toplam Antosiyanin, (Total anthocyanins) mg/L	Toplam Fenolik Madde, (Total phenolics) mg/L	Antioksidan Kapasite (Antioxidant capacity)	
				FRAP, μ mol Troloks/mL	TEAC, mM Troloks/mL
TOKAT-1	1	143.07 $\pm$ 7.67 ^d	855.75 $\pm$ 19.86 ^c	26.19 $\pm$ 0.48 ^b	115.38 $\pm$ 0.02 ^d
	2	132.75 $\pm$ 4.77 ^c	784 $\pm$ 8.63 ^b	30.47 $\pm$ 0.07 ^c	115.34 $\pm$ 0.79 ^d
	3	105.95 $\pm$ 4.74 ^b	766.44 $\pm$ 4.78 ^a	19.37 $\pm$ 0.06 ^a	98.19 $\pm$ 0.44 ^c
	4	106.5 $\pm$ 0.54 ^b	769.06 $\pm$ 0.00 ^{ab}	16.89 $\pm$ 1.15 ^a	93 $\pm$ 0.60 ^b
	5	97.9 $\pm$ 2.96 ^a	759.34 $\pm$ 6.03 ^a	26.35 $\pm$ 1.91 ^b	74.76 $\pm$ 0.00 ^a
TOKAT-2	1	204.87 $\pm$ 0.23 ^a	822.87 $\pm$ 4.39 ^b	30.51 $\pm$ 1.04 ^c	88.72 $\pm$ 0.41 ^a
	2	162.13 $\pm$ 0.27 ^c	863.97 $\pm$ 8.67 ^c	30.1 $\pm$ 0.06 ^c	112.07 $\pm$ 0.66 ^c
	3	169.37 $\pm$ 2.36 ^d	771.67 $\pm$ 8.31 ^a	22.21 $\pm$ 0.65 ^a	95.02 $\pm$ 0.30 ^b
	4	142.24 $\pm$ 0.43 ^b	770.17 $\pm$ 3.93 ^a	30.29 $\pm$ 0.85 ^c	87.91 $\pm$ 0.51 ^a
	5	128.62 $\pm$ 1.08 ^a	770.55 $\pm$ 3.65 ^a	24.26 $\pm$ 0.12 ^b	95.44 $\pm$ 1.60 ^b
AMASYA- 1	1	116.82 $\pm$ 4.84 ^c	836.69 $\pm$ 66.04 ^a	20.34 $\pm$ 0.62 ^b	120.68 $\pm$ 0.78 ^c
	2	113.8 $\pm$ 2.42 ^{bc}	841.93 $\pm$ 47.05 ^a	27.89 $\pm$ 0.69 ^c	105.92 $\pm$ 0.73 ^a
	3	110.92 $\pm$ 2.10 ^b	840.8 $\pm$ 75.95 ^a	21.85 $\pm$ 0.85 ^b	111.81 $\pm$ 1.43 ^b
	4	109.76 $\pm$ 0.71 ^b	769.06 $\pm$ 3.45 ^a	16.82 $\pm$ 0.43 ^a	133.83 $\pm$ 4.17 ^d
	5	93.44 $\pm$ 0.83 ^a	771.3 $\pm$ 1.92 ^a	21.32 $\pm$ 0.54 ^b	111.38 $\pm$ 1.61 ^{ab}
AMASYA-2	1	202.04 $\pm$ 0.88 ^a	825.86 $\pm$ 5.31 ^d	32.7 $\pm$ 1.48 ^d	164.14 $\pm$ 0.23 ^d
	2	199.76 $\pm$ 0.23 ^d	807.55 $\pm$ 8.74 ^c	23.27 $\pm$ 1.85 ^{bc}	154.35 $\pm$ 1.36 ^c
	3	187.54 $\pm$ 0.75 ^c	803.43 $\pm$ 10.4 ^{ab}	20.3 $\pm$ 0.04 ^b	163.88 $\pm$ 0.25 ^d
	4	173.79 $\pm$ 0.66 ^b	793.72 $\pm$ 4.48 ^a	13.37 $\pm$ 1.15 ^a	129.9 $\pm$ 1.47 ^a
	5	156.27 $\pm$ 0.48 ^a	794.09 $\pm$ 2.24 ^a	24.49 $\pm$ 1.96 ^c	149.88 $\pm$ 1.08 ^b
ANKARA-1	1	226.81 $\pm$ 9.39 ^d	790.36 $\pm$ 7.35 ^c	33.58 $\pm$ 0.53 ^c	169.17 $\pm$ 1.55 ^b
	2	176.02 $\pm$ 1.20 ^c	779.14 $\pm$ 3.08 ^b	24.73 $\pm$ 0.24 ^b	174.69 $\pm$ 0.67 ^c
	3	161.85 $\pm$ 1.66 ^b	774.66 $\pm$ 3.08 ^b	21.365 $\pm$ 1.4 ^a	158.78 $\pm$ 1.75 ^a
	4	157.01 $\pm$ 4.56 ^b	775.04 $\pm$ 3.45 ^b	25.85 $\pm$ 1.29 ^b	172.06 $\pm$ 0.08 ^{bc}
	5	135.22 $\pm$ 0.53 ^a	767.93 $\pm$ 1.43 ^a	23.68 $\pm$ 0.04 ^{ab}	154.39 $\pm$ 1.42 ^a
ANKARA-2	1	193.26 $\pm$ 0.53 ^a	801.57 $\pm$ 5.64 ^d	34.68 $\pm$ 0.28 ^c	191.99 $\pm$ 2.38 ^d
	2	147.54 $\pm$ 4.23 ^d	795.59 $\pm$ 2.24 ^c	26.9 $\pm$ 1.44 ^b	130.93 $\pm$ 1.01 ^b
	3	113.24 $\pm$ 1.03 ^b	770.92 $\pm$ 3.08 ^a	22.605 $\pm$ 0.8 ^a	110.96 $\pm$ 0.55 ^a
	4	128.34 $\pm$ 0.86 ^c	782.51 $\pm$ 1.72 ^b	26.31 $\pm$ 1.85 ^{ab}	148.92 $\pm$ 5.09 ^c
	5	96.42 $\pm$ 1.45 ^a	772.42 $\pm$ 0.74 ^a	23.09 $\pm$ 1.87 ^a	104.82 $\pm$ 0.65 ^a

*^{a,b} harfleri her bir sütundaki istatistiksel farkları ifade etmektedir; sonuçlar ortalama $\pm$ SD olarak gösterilmiştir ($P\leq 0.05$).

*^{a,b} different lower case letter in the same column for each treatment indicates significant differences and results shown as means $\pm$ SD ($P < 0.05$).

**1-pres çıkışı; 2- pastörizasyon+aroma tutucu çıkışı;3-durultma sonrası;4-Son filtrasyon sonrası;5- evaporatör çıkışını ifade etmektedir.

**The meanings of numbers: 1-press output; 2- after pasteurization+aroma recovery; 3-after clarification; 4- after final filtration; 5- end product of concentrate.

belirlenmiştir. Khandare ve ark., (2011) kara havuç suyu üretiminde presleme öncesi pektinaz enzimi miktarındaki artışın fenolik madde içeriğindeki kayıpları arttırdığını belirtmişlerdir (18). Yaban mersininden meyve suyu üretimindeki kalite değişimlerinin belirlendiği çalışmada ise toplam fenolik madde içeriği mayşede 833.3 mg/L, presleme sonrasında 166.7 mg/L ve filtrasyon sonunda 110.3 mg/L olarak belirlenmiştir (19). Ayrıca nar sularında durultma sonucunda fenolik bileşiklerde %23-38 oranlarında azalma, pastörizasyon sonunda toplam fenolik maddelerde %17 artış, konsantrasyon sonunda ise durultulmamış nar sularında durultulmuş nar sularına kıyasla %32 daha fazla fenolik madde saptanmıştır (20). Çilek suyu üretiminde ise toplam fenolik madde içeriğinde pastörizasyon %27, mayşe enzimasyonu ise %30 azalmaya neden olmuştur (21).

FRAP metodu ile belirlenen antioksidan kapasite değerleri incelendiğinde, Tokat-1 kodlu örneklerinin pres çıkışı antioksidan kapasite değeri 26.19 μ mol Troloks/mL iken konsantrasyon sonrası 26.35 μ mol Troloks/mL olarak belirlenmiştir. Tokat-1 örneklerinin 1, 5 ile 3, 4 basamakları arasında belirlenen fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). Tokat-2 örneklerinin vişne konsantresine işlenmesi sırasında %20.49 antioksidan kapasitede kayıp belirlenmiştir. Amasya-1 örneklerinde ise pres çıkışı (1), durultma sonrası (3) ve evaporatör çıkışı (5) arasındaki istatistiksel bir fark yoktur ($P>0.05$). Amasya-2, Ankara-1 ve Ankara-2 örneklerindeki antioksidan bileşiklerindeki kayıpları sırası ile %25.11; %29.48 ve %33.42 olarak belirlenmiştir. TEAC yöntemi ile belirlenen antioksidan kapasite değerleri FRAP metodu ile belirlenen sonuçları destekler niteliktedir. Antioksidan kapasite değerlerine ait tüm sonuçlar incelendiğinde vişne suyu konsantresi üretim

basamaklarının antioksidan kapasitede az ya da çok kayba neden olduğu belirlenmiştir.

Literatürde yer alan çalışmaların bir kısmı meyvelerin meyve suyuna ve konsantresine işlenmeleri sırasında antioksidan kapasitelerinde azalma olduğunu ifade ederken bir kısmı da önemli değişimlerin belirlenemediğini ifade etmektedir. Örneğin vişne suyu üretimi sırasında biyoaktif bileşenlerin ve antioksidan kapasitenin önemli ölçüde korunduğu sonucuna varılmıştır (22). Khandare ve ark., (2011) ise kara havuçta presleme öncesi pektinaz enzimi uygulamasının antioksidan kapasitesi üzerine etkileri araştırıldığında ise 0.2 mL/kg enzim kullanımının antioksidan kapasitesi değerini %30 arttırdığını ancak, 0.25 mL/kg enzim kullanımının azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir (18). Literatüre benzer antioksidan kapasite kayıpları çalışmada da saptanmıştır. Ayrıca vişne suyunun antioksidan özelliklerini oluşturan antosiyanin ve fenolik madde içeriklerinde de kayıpların belirlenmesi doğal olarak antioksidan kapasite değerlerinde de azalmaya neden olmuştur.

Vişne Suyu Konsantresinin Depolanmasında Antioksidan Maddelerdeki Değişim

Genel olarak değerlendirildiğinde vişne suyu konsantrelerinin depolanmaları sırasında tüm yöre ve üretim dönemleri dahil olmak üzere antosiyanin içeriklerinde önemli kayıplar olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Antosiyanin içeriklerindeki değişimler; Tokat-2 grubu örneklerde 8 ve 10. aylar arasında; Amasya-1 örnek grubunda ise 4-10. aylar arasında istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Diğer tüm örnek gruplarında ise antosiyanin içeriğindeki değişim tüm aylarda önemli olarak değerlendirilmiştir ($P\leq 0.05$).

Depolama sonunda antosiyanin içeriklerindeki kayıplar üretimin birinci basamağı (pres çıkışı) ile kıyaslandığında, Tokat-1 ve Tokat-2 örneklerinde

Çizelge 3. Depolama boyunca vişne suyu konsantresindeki antosiyanin miktarı değişimi (mg/L) *

Table 3. Changes in anthocyanins during storage of sour cherry juice concentrates

Örnek (Sample)	0. ay 0. month	2. ay 2. month	4. ay 4. month	6. ay 6. month	8. ay 8. month	10. ay 10. month
TOKAT -1	97.9 $\pm$ 2.96 ^d	90.5 $\pm$ 0.42 ^c	76.7 $\pm$ 0.53 ^b	76.4 $\pm$ 0.48 ^b	76.9 $\pm$ 0.10 ^b	66 $\pm$ 0.38 ^a
TOKAT -2	128.6 $\pm$ 1.0 ^e	109.1 $\pm$ 0.7 ^d	86.9 $\pm$ 0.18 ^c	84.8 $\pm$ 0.54 ^b	79.2 $\pm$ 0.85 ^a	79.3 $\pm$ 0.44 ^a
AMASYA-1	93.5 $\pm$ 0.83 ^c	85 $\pm$ 3.62 ^b	76.6 $\pm$ 0.74 ^a	76.4 $\pm$ 1.34 ^a	74.6 $\pm$ 0.09 ^a	75.3 $\pm$ 0.83 ^a
AMASYA-2	156.3 $\pm$ 0.48 ^f	129.1 $\pm$ 3.0 ^e	111.9 $\pm$ 0.3 ^d	104.4 $\pm$ 0.3 ^c	102.3 $\pm$ 0.2 ^b	97.6 $\pm$ 1.22 ^a
ANKARA-1	135.2 $\pm$ 0.53 ^f	122.7 $\pm$ 0.6 ^e	104.6 $\pm$ 0.2 ^d	102.1 $\pm$ 0.9 ^c	100.1 $\pm$ 0.6 ^b	91.6 $\pm$ 0.15 ^a
ANKARA-2	96.4 $\pm$ 1.45 ^f	94.2 $\pm$ 0.31 ^e	92.6 $\pm$ 0.21 ^d	87.1 $\pm$ 0.71 ^c	84.2 $\pm$ 0.45 ^b	81.8 $\pm$ 0.38 ^a

*^{a,b} harfleri her bir satırdaki istatistiksel farkları ifade etmektedir; sonuçlar ortalama $\pm$ SD olarak gösterilmiştir ($P\leq 0.05$).

*^{a,b} different lower case letter in the same line for each treatment indicates significant differences and results shown as means $\pm$ SD ($P<0.05$).

sırasıyla %33 ve %38; Amasya grubu örneklerde %19 (Amasya-1), %38 (Amasya-2); Ankara-1 örneğindeki %32, Ankara-2 örneklerinde ise %15 antosiyanin kaybı olduğu görülmektedir. Sonuçlara göre depolama sonunda en az antosiyanin kaybının Ankara-2 grubu örneklerinde olduğu saptanmıştır. Vişne suyu konsantrelerinin üretimleri sezon itibarı ile sırasıyla Tokat, Amasya ve Ankara olmak üzere yapılmıştır. Dolayısı ile Ankara bölgesinden temin edilen vişneler Temmuz ayının sonlarına rastlamaktadır. Bu da meyvenin olgunluğu açısından önemlidir. Literatürde meyve suyu ve konsantrelerinin depolanmasında antosiyanin kayıplarının ele alındığı çalışmalarda benzer kayıpların olduğu görülmektedir (6,8). Bu kayıpların sıcaklık ve depolama süresi gibi birçok faktörden kaynaklandığı ifade edilmektedir.

Toplam fenolik madde içeriklerinin depolama süresince değişimleri incelendiğinde (Çizelge 4) depolama başlangıcında en yüksek toplam fenolik madde içeriği Amasya-2 grubu örneklerde tespit edilmiştir. Tüm örneklerin 8. ay sonundaki fenolik madde değerlerinde artış söz konusu iken 10. ay sonunda azalma görülmüştür. Vişne suyunun 29 gün buzdolabı koşullarında depolanması

sonucunda toplam fenolik madde içeriğinde %18 kayıp saptanmıştır (23). Ayrıca literatürde, 20 °C' de depolanan vişne sularının polifenol miktarında önemli bir değişim olmadığını ifade eden çalışmalarda yer almaktadır (8). Ancak konsantrelerinin depolanmaları sırasında fenolik madde içeriklerinde artış olduğunu gösteren bir çalışma bulunmamaktadır.

Çizelge 5'te antioksidan kapasite (FRAP) değerleri verilmiştir. Genel olarak örneklerin antioksidan kapasite kayıpları 10. ay sonunda ortaya çıkmıştır. Örneklerin depolama süresince antioksidan kapasite değerlerinin depolama başlangıcında birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Tokat-1 ve Tokat-2 örneklerinin 10. ay sonundaki antioksidan kapasite kayıpları sırası ile %41 ve %8 olarak bulunmuştur. Amasya-1 grubunda ise bu kayıp %13; Ankara-1 ve Ankara-2 için ise sırası ile %7 ve %3'tür.

Çizelge.6'da ise TEAC yöntemi ile belirlenen antioksidan kapasite değerlerindeki değişimler verilmiştir. Tüm örnek gruplarının depolama süresince antioksidan kapasite (TEAC) değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Tokat-2 örneklerinin 10. ay depolama sonundaki antioksidan kapasitesindeki

Çizelge 4. Depolama boyunca vişne suyu konsantresindeki toplam fenolik madde (mg/L) değişimi *

Table 4. Changes in phenolics during storage of sour cherry juice concentrates

Örnek (Sample)	0. ay 0. month	2. ay 2. month	4. ay 4. month	6. ay 6. month	8. ay 8. month	10. ay 10. month
TOKAT-1	759.3±6.0a	780.3±0.9c	757.5±0.7a	760.1±1.72a	801.9±0.00d	774.3±0.9b
TOKAT-2	770.5±3.7b	787.0±6.9c	770.2±0.7b	752.6±1.72a	798.9±3.45d	781.8±0.9c
AMASYA-1	771.3±1.9c	781.0±0.0d	765.3±0.9b	760.8±2.58a	800.5±0.00f	787±1.7e
AMASYA-2	794.1±2.2c	790.7±2.6c	773.5±2.4b	769.8±4.31a	806.4±1.72d	792.0±0.0c
ANKARA-1	767.9±1.4a	791.1±0.7d	775.0±0.0b	768.3±3.55a	803.4±1.72e	783.3±2.6c
ANKARA-2	772.4±0.7a	796.7±1.5d	779.5±1.7b	779.5±1.72b	805.7±2.58e	788.5±8.6c

*a,b harfleri her bir satırdaki istatistiksel farkları ifade etmektedir; sonuçlar ortalama±SD olarak gösterilmiştir ($P \leq 0.05$).

*a,b different lower case letter in the same line for each treatment indicates significant differences and results shown as means±SD ($P < 0.05$).

Çizelge 5. Depolama boyunca vişne suyu konsantresindeki antioksidan kapasite FRAP (μmol Troloks eşdeğeri /mL vişne suyu) değişimi*

Table 5. Changes in antioxidant capacity FRAP (μmol Troloks /mL sour cherry juice) during storage of sour cherry juice concentrates

Örnek (Sample)	0. ay 0. month	2. ay 2. month	4. ay 4. month	6. ay 6. month	8. ay 8. month	10. ay 10. month
TOKAT-1	26.4±1.9 ^b	15.9±1.47 ^a	11.32±3.9 ^a	15.47±1.2 ^a	14.76±1.1 ^a	15.5±0.2 ^a
TOKAT-2	24.3±0.1 ^a	16.9±0.17 ^b	15.59±0.7 ^a	17.76±0.0 ^c	22.85±0.1 ^d	22.2±0.0 ^d
AMASYA-1	21.3±0.5 ^c	15.±0.47 ^{ab}	12.83±0.3 ^a	19.63±0.1 ^{bc}	22.33±5.9 ^c	18.57±0.0 ^{abc}
AMASYA-2	24.5±1.9 ^{bc}	22.8±0.60 ^b	19.44±0.2 ^a	24.44±0.0 ^{bc}	25.46±0.6 ^c	26.41±0.0 ^c
ANKARA-1	23.7±0.0 ^{cd}	20.7±0.13 ^b	18.46±0.1 ^a	25.78±0.3 ^d	25.02±1.6 ^d	21.97±0.0 ^{bc}
ANKARA-2	23.1±1.9 ^{bc}	19.8±1.5 ^{ab}	18.25±0.9 ^a	26.18±2.0 ^{de}	27.97±0.1 ^e	22.44±0.1 ^b

*a,b harfleri her bir satırdaki istatistiksel farkları ifade etmektedir; sonuçlar ortalama±SD olarak gösterilmiştir ($P \leq 0.05$).

*a,b different lower case letter in the same line for each treatment indicates significant differences and results shown as means±SD ($P \leq 0.05$).

azalma %3 olarak tespit edilmiştir. Amasya-1, Amasya-2 ve Ankara-1 örneklerindeki kayıplar sırası ile %2, %9 ve %13 olarak hesaplanmıştır. Piljac-Zegarac ve ark., (2009) vişne suyunun 29 gün buzdolabı koşullarında depolanması sonucunda antioksidan kapasitede (DPPH) %15 kayıp saptamışlardır (24). Bonerz ve ark., (2007) ise 20 °C'de depolanan vişne suyu örneklerinde antioksidan kapasitesinin (TEAC) önemli bir değişikliğe uğramadığını belirlemişlerdir (8).

SONUÇ

Vişne suyu konsantresi üretiminin ilk basamağı ve depolamanın onuncu ayı kıyaslandığında %35-61 antosiyanin kaybı belirlenmiştir. Bu durum fenolik maddeler için %0.8-9 aralığında değişmektedir. Antioksidan kapasite değişimleri incelediğinde ise üretim başlangıcı ve 10. ay sonundaki sonuçlar kıyaslandığında; %8-40 FRAP, %8-23 TEAC antioksidan kapasite değerlerinde kayba neden olmuştur. Özellikle ısıtılı işlemler sonunda, sıcaklığın etkisiyle ve depolamaya bağlı olarak vişne suyu konsantrelerinin gerek toplam antosiyanin ve fenolik madde içerikleri gerekse de antioksidan aktivitelerinde belirgin azalmalar gözlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, vişne suyu ve konsantrelerinin fonksiyonel özelliklerinin korunumu amacıyla özellikle ısıtılı işlem koşullarında değişiklik yapılması gerekliliğine işaret etmektedir. Isıtılı uygulamaların daha ılımlı koşullarda (uygulanan sıcaklık ve soğutma şekli gibi) gerçekleştirilmesinin ürünün fonksiyonel özellikleri üzerine olumlu etkiler sağlayacağı öngörülmektedir. Özellikle antosiyaninlerce zengin, meyve suyu ve konsantrelerinin üretiminde yüksek sıcaklık uygulamaları nedeniyle antosiyanin degradasyonu yoğun bir şekilde görülmektedir. Bununla beraber durultma ve berraklaştırma

amacıyla kullanılan enzim ve yardımcı maddelerinin kullanım miktarları ile uygulama sıcaklıkları ve sürelerinin de titizlikle seçilmesi antosiyanin kayıplarını azaltacaktır. Bu nedenle gıda işlemede endüstriyel anlamda hayata geçmiş ve sıvı gıdalara başarıyla uygulanan non-termal (vurgulu elektrik alan ve yüksek basınç gibi) yöntemlerin kullanımının iyi bir alternatif olacağı düşünülmektedir. İşleme dönemi bakımından sezon sonunda işlenen meyvelerden elde edilen konsantrelerin sezon başlangıcında işlenenlere göre fonksiyonel bileşenlerce daha zengin oldukları ve bu farklılıkların azaltılması amacıyla karışım halinde kullanılmalarının uygun olabileceği düşünülmektedir. Yöresel farklılıklar dikkate alındığında ise yöreye özgü ürün gruplarının oluşturulması ile tüketici taleplerinin artırılacağı ve spesifik beklentilerin karşılanabileceği öngörülmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma Gaziosmanpaşa Üniversitesi BAP (2012/64)-TOKAT tarafından maddi olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Arena E, Fallico B, Maccarone E. 2001. Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage. *Food Chem*, 74: 423-427.
2. Demirdöven A, Kaya C. 2011. Meyve-sebze üretim ve işleme yöntemlerinin doğal antioksidanlara etkileri. 7. Gıda Müh. Kongresi. 24-26 Kasım 2011. 75s. Ankara.
3. Kirakosyan A, Seymour EM, Llanes DEU, Kaufman PB, Bolling SF. 2009. Chemical profile and antioxidant capacities of tart cherry products. *Food Chem*, 115: 20-25.

Çizelge 6. Depolama boyunca vişne suyu konsantresindeki antioksidan kapasite TEAC (mM Troloks/vişne suyu mL) değişimi *

Table 6. Changes in antioxidant capacity TEAC (mM Troloks /mL sour cherry juice) during storage of sour cherry juice concentrates

Örnek (Sample)	0. ay 0. month	2. ay 2. month	4. ay 4. month	6. ay 6. month	8. ay 8. month	10. ay 10. month
TOKAT-1	74.7±0.1 ^a	104.7±0.0 ^f	96.64±0.0 ^e	94.19±0.0 ^c	94.57±0.2 ^e	91.99±0.0 ^b
TOKAT-2	96.6±0.0 ^d	124.7±0.0 ^f	84.27±0.0 ^b	79.73±0.0 ^a	105.84±0.2 ^e	94.06±0.0 ^c
AMASYA-1	112.5±0.0 ^f	85.3±0.0 ^a	103.4±0.0 ^d	91.74±0.0 ^b	102.83±0.2 ^c	110.02±0.0 ^e
AMASYA-2	149.1±0.0 ^f	106.3±0.0 ^a	128.6±0.0 ^c	119.1±0.0 ^b	135.29±0.5 ^d	135.47±0.0 ^e
ANKARA-1	153.4±0.0 ^a	172.4±0.0 ^b	132.2±0.0 ^c	91.05±0.2 ^d	90.23±0.0 ^a	134.09±0.0 ^f
ANKARA-2	104.4±0.0 ^a	170.2±0.0 ^f	115.2±0.0 ^b	130.5±0.0 ^c	150.02±0.0 ^e	146.84±0.0 ^d

*^{a-b} harfleri her bir satırdaki istatistiksel farkları ifade etmektedir; sonuçlar ortalama±SD olarak gösterilmiştir (P≤0.05).

*^{a-b} different lower case letter in the same line for each treatment indicates significant differences and results shown as means±SD (P≤0.05).

4. Açıkgozöğlü AB. 2008. Antioksidan Zengin Nar ve Vişne Konsantreleri kullanılarak Hazırlanan Meyveli Yoğurtların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniv. Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Konya.
5. Cemeroglu B, Velioğlu S, Işık S. 1994. Degradation kinetics of anthocyanins in sour cherry juice and concentrate. *J Food Sci*, 59: 1216-1218.
6. Turfan Ö. 2008. Nar Suyu Konsantresi Üretim ve Depolama Sürecinde Antosiyaninlerdeki Değişimler (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniv. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Ankara.
7. Ekşi A. 2010. Vişne suyunun profili ve antioksidan kapasitesi ve işleme sırasında değişimi, Proje No: 1080610, Ankara.
8. Bonerz D, Würth K, Dietrich H, Will F. 2007. Analytical characterization and impact of ageing on anthocyanin composition and degradation in juices made from five different sour cherry cultivars. *Eur Food Res Technol*, 224: 355-364.
9. Borowska EJ, Szajdek A, Borowski J. 2005. Antioxidant properties of fruits, vegetables and their products. *Fruit Process*, 15: 38-43.
10. Simunic V, Kovac S, Gaso-Sokac D, Pfannhauser W, Murkovic M. 2005. Determination of anthocyanins in four Croatian cultivars of sour cherries (*Prunus cerasus*). *Eur Food Res Technol*, 220: 575-578.
11. Fuleki T, Francis FJ. 1968. Qualitative methods for anthocyanins. extraction and determination of total anthocyanins in cranberries. *J Food Sci*, 33:72-77.
12. Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*, 16: 144-153.
13. Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analy Biochem*, 239: 70-76.
14. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med*, 26:1231-1237.
15. Özkan M. 2005. Berrak siyah havuç suyu konsantresi üretimi ve antosiyaninlerin ısı stabilitesi. Bilimsel araştırma projesi kesin raporu. Proje no: 20020711065. Ankara Üniversitesi, Ankara.
16. Lee J, Durst RW, Wrolstad RE. 2002. Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics; comparison of two pretreatments. *J Food Sci*, 67:1660-1667.
17. Talcott ST. 2003. Phytochemical stability and color retention of copigmented and processed muscadine grape juice. *J Agr Food Chem*, 51: 957-963.
18. Khandare V, Walia S, Singh M, Kaur C. 2011. Black carrot (*Daucus carota ssp. sativus*) juice: Processing effects on antioxidant composition and color. *Food Bioprod Process*, 89: 482-486.
19. Ağçam E, Akyıldız A. 2011. Yaban mersini meyvesinin meyve suyuna işlenmesi üzerine bir araştırma (7. Gıda Müh. Kongresi 24-26 Kasım 2011).
20. Güzel N. 2010. Nar suyu konsantresi üretim aşamalarında prosiyanidinlerdeki değişimler (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniv. Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
21. Çapanoğlu EG, Erdil DN, Kapıcı B, Sürel E, Süzme S, Boyacıoğlu D. 2008. Meyve suyuna işleme sırasında antioksidan özelliklerde meydana gelen değişimler (<http://www.gidateknolojisi.com.tr>. Erişim tarihi:15.05.2013).
22. Toydemir T, Boyacıoğlu D. 2012. Vişne suyu işleme prosesinin biyoaktif bileşenler üzerindeki etkisi. Optimal Beslenmede Meyve Suyu Tüketiminin Yeri ve Önemi: Yeni Yaklaşımlar ve Yeni Görüşler Paneli, 30 Mayıs 2012, İstanbul.
23. Hamidreza A, Mohsen B, Soleiman A. 2007. Anthocyanins characterization of 15 Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization. *Eur Food Res Technol*, 227: 881-887.
24. Piljac-Zegarac J, Valek L, Martinez S, Belscak A. 2009. Fluctuations in the phenolic content and antioxidant capacity of dark fruit juices in refrigerated storage. *Food Chem*, 113: 394-400.