

Marulların C Vitamini İçerikleri Üzerine Gıda Dezenfektanlarının Etkisi

Effects of Food Disinfectants on Vitamin C Content of Lettuces

Duygu Türközü¹, Efsun Karabudak¹

¹ Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, farklı gıda dezenfektan çeşitlerinin farklı konsantrasyonlarında bekletilen marul örneklerinin askorbik asit miktarları üzerinde meydana getirdiği değişimlerin saptanması amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Farklı kalınlıklarda (1 cm ve 2 cm) doğranan marul örnekleri, distile su (pH=6.54) ve klor (50 ppm-pH=7.38, 200 ppm-pH=8.01), kalsiyum oksit (%0.1 Calceramic®-pH=9.14), asetik asit (%0.5, %2, %5, pH=2.35, 2.78, 3.11) gıda dezenfektanlarında 5 ve 15 dakika süreyle bekletilmişlerdir. Askorbik asit analizinde 2,6-diklorofenolindofenol ile spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Marulların askorbik asit miktarlarındaki değişim farkı, başlangıç değerine göre ve distile suda bekletme uygulamasında meydana gelen kayıplara ek olarak yüzde (%) cinsinden ifade edilmiştir. **Bulgular:** Distile suda 5 dakika bekletilen 1 cm kalınlığındaki marul örneklerinde %23.83 ve 2 cm kalınlığındaki örneklerde %18.40'lık bir kayıp meydana gelmiştir. Klorun 50 ppm konsantrasyonunda 5 ve 15 dakika bekletme sonrasında distile suya ek olarak, 1 cm marulda %24.40 ve %34.72, 2 cm marulda %20.08 ve %31.71'lik bir kayıp meydana gelmiştir. Klorun 200 ppm konsantrasyonunda bekletme sonrasında kayıp değerleri, 50 ppm klordakine göre artmıştır. Beş dakika %0.1'lik kalsiyum oksitte bekletilen 1 cm marulda %39.76 ve 2 cm marulda %35.41 oranında distile suya ek bir kayıp olmuştur. Marulların asetik asit çözeltilerinde (0.5%,2%,5%) bekletme sonrasında saptanan askorbik asit kayıpları diğer dezenfektan çeşitlerine göre daha azdır. Tüm uygulamalar için bekletme süresi 15 dakikaya çıkarıldığında ise meydana gelen kayıp değerleri 5 dakika bekletilene göre daha fazla artış göstermiştir. **Sonuç:** Gıda dezenfektanlarının asidik pH'da olması, marulların doğrama kalınlığının artırılması ve dezenfektan çözeltilerinde bekletme süresinin kısa tutulması askorbik asit korunumunu nispeten artırmaktadır.

Anahtar kelimeler: Marul, dezenfektan, askorbik asit

ABSTRACT

Aim: This study aims to determine the changes occur in the amounts of ascorbic acid after lettuce samples are left in different concentrations of different food disinfectants. **Materials and Methods:** Lettuce samples in different thicknesses (1 and 2 cm) are left in distilled water (pH=6.54) and food disinfectants as chlorine (50 ppm-pH=7.38; 200 ppm-pH=8.01, calcium oxide (0.1% Calceramic®-pH=9.14), acetic acid (0.5%,2%,5%; pH=2.35,2.78;3.11) for 5 and 15 minutes. 2,6-dichlorophenolindofenol spectrophotometric method have been used in ascorbic acid analysis. Changes in the ascorbic acid amounts of lettuces after leaving in disinfectants are expressed with respect to baseline and as percent (%) in addition to losses when waiting in distilled water. **Results:** When the samples were left in distilled water for 5 minutes, 23.83% loss occurred in 1 cm thick lettuce samples and 18.40% loss occurred in 2 cm thick lettuce samples. After leaving in 50 ppm concentration of chlorine for 5 and 15 minutes, an amount of losses were 24.40% and 34.72% in 1 cm thick lettuce and 20.08% and 31.71% in 2 cm thick lettuce. After waiting in 200 ppm concentration chlorine, the loss amounts increased compared to the loss amounts in 50 ppm chlorine. When the vegetables were left in 0.1% calcium oxide for 5 minutes, losses in addition to the distilled water were 39.76% in 1 cm thick lettuce and 35.41% in 2 cm thick lettuce. Ascorbic acid losses observed after the lettuce were left in acetic acid solutions (0.5%,2%,5%) were less compared to the other disinfectants. When the waiting period of all applications was increased to 15 minutes, the amounts of losses were also increased. **Conclusion:** When the food disinfectant is in acidic pH, the waiting period decreases and cutting thickness of lettuces increases, then the ascorbic acid retention increases relatively.

Keywords: Lettuce, disinfectant, ascorbic acid

GİRİŞ

Yeterli ve dengeli beslenmede, meyve ve sebze grubu diyetin önemli bileşenlerindedir. Günlük olarak yeterli miktarlarda tüketildikleri takdirde kardiyovasküler hastalıklar, bazı kanser türleri, obezite, diyabet gibi hastalıklar ile bazı mikrobese-

öğelerinin yetersizliklerinin önlenmesine yardımcı olmaktadır (1). Bu potansiyel etkileri ve önemli kuruluşların meyve ve sebze tüketim önerileri doğrultusunda taze meyve ve sebzelerin tüketimi artış göstermiştir (2).

İletişim/Correspondence:

Araş. Gör. Duygu Türközü

Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Emek, Ankara, Türkiye

E-posta: duygu_turkozu@ymail.com

Geliş tarihi/received: 27.03.2014

Kabul tarihi/accepted: 24.04.2014

Ancak Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) taze meyve ve sebze tüketiminin artmasına paralel olarak gıda kaynaklı hastalıkların artış gösterdiğini bildirmiştir (3). Taze meyve ve sebzeler toprağa yakın yetiştirildikleri ve tüketilmeden önce çoğunlukla yıkamadan başka bir işlem görmedikleri için gıda kaynaklı hastalıklara neden olan birçok patojen içerebilmektedirler. Bu patojenlerle kontaminasyon, hasat öncesi ve sonrası tüm aşamalarda gerçekleşebilir (4). Mikrobiyolojik kontaminasyonun azaltılmasında suyla yıkama işleminin yeterli olmaması nedeniyle (5), yıkama suyu sistemlerinde gıda dezenfektanların kullanılması günümüzde bir gereksinme haline gelmiştir. Bu amaçla klorlu bileşikler, hidrojen peroksit, peroksiasetik asit, ozon gibi oksidanlar, sitrik asit ve asetik asit gibi birçok organik asit, elektrolize su vb. bileşikler meyve ve sebzelerin dezenfeksiyonunda sıklıkla kullanılmaktadır (4).

Gıda dezenfektanlarının meyve ve sebzelerdeki mikrobiyal yük üzerindeki etkinliğini saptayan birçok çalışma bulunurken, dezenfektanların besin değerlerine etkisinin saptandığı çalışmalar sınırlı sayıdadır (6). Oysaki meyve ve sebzelerde kullanılan dezenfektanların okside edici özellikleri, pH dereceleri ve içerdikleri oksidan bileşikler, besin değerini ve diğer kalite özelliklerini önemli derecede etkileyebilmektedir (6). Özellikle kimyasal adı L-askorbik asit olan C vitamini dezenfeksiyon yöntemlerine en hassas olan vitaminlerden bir tanesidir ve organizmada birçok önemli fizyolojik işlevleri bulunmaktadır (7). Bu nedenle uygun dezenfektanın uygun konsantrasyonlarda ve sürelerde gıdalarla muamele edilmesi ve besin ögesi kayıp miktarlarının azaltılması önemli bir husustur. Bu konuda ülkemizde ve dünyada yapılan araştırmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu araştırmada farklı gıda dezenfektan çeşitlerinin, konsantrasyonlarının ve bekletme sürelerinin marul sebzelerinin C vitamini içeriklerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu araştırma, Mart-Ekim 2013 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik

Bölümü'nün Besin Kimyası ve Analizleri ile Beslenme İlkeleri Laboratuvarları'nda yürütülmüştür.

Örneklem Seçimi

Çalışmaya yüzey alanı geniş olması sebebiyle hem mikrobiyal kontaminasyon hem de askorbik asit kaybı açısından riskli grupta olan marul sebzesi alınmıştır. Çalışmada kullanılacak olan aynı coğrafik bölge orijinli marul örnekleri yerel bir marketten "TS ISO 874 Yaş Meyve ve Sebzeler-Numune Alma" ve "TS 1194 Yeşil Salata ve Marul" Standartları'na göre her analiz öncesinde en az 5 kg'lık miktarlarda (500±10 g/adet) taze olarak satın alınmıştır.

Örneklerin Analize Hazırlanması

Elde edilen örnekler en kısa süre içerisinde laboratuvarlara getirilerek UV ışınlarından izole karanlık bir mekânda analize alınmıştır. "TS 1194 Yeşil Salata ve Marul" Standartları'nda belirtildiği üzere marulların en az 3/4'ü uzunluğunda olan kısımlarındaki zedelenmiş dış yaprakları ve kök kısımları (2 cm) ayrılmıştır. Marul örneklerinin boy ve renk farkını elimine edebilmek için büyük boy (koyu yeşil renk), orta boy (açık yeşil renk) ve küçük boy (sarı renk) yapraklara ayrılmıştır. Her boy/renkten yaprak örneği alınarak 100 g'a tamamlanacak şekilde örneklem alınmıştır. Sebze örneğinin analize alınacak 100'er g'ları 10 saniye süreyle 150 mL musluk suyu ile kirlerinden arındırılmış ve bunu takiben aynı miktarda ve sürede distile su ile ön yıkamadan geçirilmiştir. Örnekler üzerindeki yıkama suyunun fazlası kaba filtre kâğıdı yardımıyla alınmıştır. Daha sonra marul örnekleri bir doğrama tahtası üzerinde, paslanmaz bir çelik bıçak yardımıyla 1 cm ve 2 cm kalınlığında doğranmıştır. Çalışma üç aşamada yürütülmüştür. Birinci aşama, distile suda yıkanmış farklı kalınlıklarda doğranmış marul örneklerine herhangi bir dezenfektan çözeltisi uygulaması yapılmadan (başlangıç) askorbik asit analizlerinin yapılmasıdır. İkinci aşama, farklı kalınlıklarda doğranmış marul örneklerinin distile suda farklı sürelerde bekletilmesi sonucunda meydana gelen askorbik asit miktarındaki değişimlerin saptanmasıdır. Üçüncü aşama, farklı kalınlıklarda

doğranmış marul örneklerinin farklı dezenfektan çeşitlerinin konsantrasyonları ve sürelerinin uygulanması sonucunda meydana gelen askorbik asit miktarındaki değişimlerin saptanmasıdır.

Dezenfektan Çözeltilerinin Hazırlanması

Araştırmada üç farklı dezenfektan (asetik asit, klor, kalsiyum oksit) kullanılmıştır. Dezenfektan çözeltileri taze olarak hazırlandıktan sonra, pH ölçümleri Dijital pH-metre (Selecta) kullanılarak yapılmıştır. Konsantre asetik asit (%99.8-100.5, Sigma Aldrich) kullanılarak hazırlanmış olan %0.5'lik (v/v, pH=3.11), %2'lik (v/v, pH=2.78) ve %5'lik (v/v, pH=2.35) asetik asit, 50 (pH=7.38) ve 200 ppm'lik (w/v, pH=8.01) klor (ECOLAB Inc.) ve %0.1'lik (w/v) kalsiyum oksit (Calceramic® pH=9.14) çözeltilerinden oluşan dezenfektan çözeltileri, 2 L distile su (Optic Ivymen System Distiller AC-L8 marka cihaz) kullanılarak oda sıcaklığında hazırlanmıştır. Dezenfektan çözeltilerinin hazırlanmasında pH'sı nötre yakın olması (pH=6.54) ve mineral içeriğinin düşük düzeyde olması nedeniyle distile su kullanılmıştır.

Örneklere Dezenfektan Uygulama Basamakları

Marul örnekleri distile su ve dezenfektan çözeltilerinde 5 ve 15 dakika bekletilmiş ve sonrasında dezenfektan çözeltileri süzölmüştür. Distile su ve dezenfektan uygulamaları sonucunda marul örneklerinin askorbik asit miktarları, 100 g yaş ağırlıkta bulunan mg (mg/100 g yaş ağırlık) cinsinden ifade edilmiştir. Marulların dezenfektanlarda bekletilmeleri sonrası askorbik asit miktarlarındaki değişim farkı başlangıç değerine göre ve distile suda bekletme uygulamasında meydana gelen kayıplara ek olarak yüzde (%) cinsinden ifade edilmiştir.

Örneklerin Askorbik Asit Analizi

Örneklerin askorbik asit analizlerinde, 2,6-diklorofenolindofenol boyasının askorbik asit tarafından indirgenmesi esasına dayanan spektrofotometrik yöntem (8), marulların matrisine ve laboratuvar koşullarına göre adapte edilerek kullanılmıştır. Dublike olarak alınan örneklerin askorbik asit analizleri PG Instruments

T-80 plus UV-VIS-Spektrofotometre kullanılarak, 525 nm'de (pH=4.54) yapılmıştır.

Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

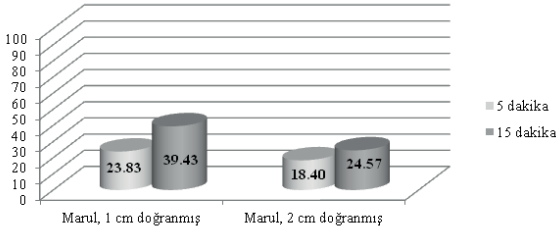
Veriler SPSS 16.0 programıyla analiz edilmiştir. Değişkenler için tanımlayıcı istatistik olarak aritmetik ortalama±standart sapma ($\bar{x} \pm S$) değerleri ile farklı dezenfektan uygulamaları sonucunda meydana gelen kayıp oranlarının ve etkileyen etmenlerin karşılaştırılmasında "Kruskall-Wallis Varyans Analizi", "Wilcoxon Testi" ve "Üç Yönlü Varyans Analizi" kullanılmıştır (9). Tüm analizlerde yanılma düzeyi olarak $\alpha=0.10$ değeri belirlenmiştir.

BULGULAR

Distile Suda Bekletmenin Başlangıça Göre Meydana Getirdiği Kayıplar

Marul örneklerinin distile suda farklı sürelerde bekletilmesi sonrasında askorbik asit miktarlarında başlangıça göre meydana gelen kayıp değerleri (%) Şekil 1'de gösterilmektedir. Bir cm kalınlığında doğranan marul örneklerinin başlangıç askorbik asit miktarları (13.34 ± 0.04 mg), 5 dakika distile suda bekletildikten sonra (10.16 ± 0.06 mg) %23.83 azalırken, 2 cm kalınlığındaki marulun (13.91 ± 0.01 mg) bekletilmesi sonucunda (11.35 ± 0.01 mg) %18.40 azalmıştır. Başlangıç askorbik asit değeri 10.65 ± 0.01 mg olan 1 cm kalınlığındaki marul örneklerinin 15 dakika distile suda bekletildiğinde (6.45 ± 0.02 mg) askorbik asit içeriği %39.43 azalmıştır. İki cm kalınlığındaki marul örneklerinin askorbik asit miktarı (12.90 ± 0.02 mg) 15 dakika distile suda bekletme sonucunda (9.73 ± 0.09 mg) ise %24.57 düşmüştür (Şekil 1).

Aynı sürelerde distile suda bekletilen farklı kalınlıkta doğranmış marul örneklerinin başlangıç değerlerine göre meydana gelen askorbik asit kayıpları arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark vardır ($p < 0.10$).



Şekil 1. Marul örneklerinin distile suda bekletilmesi sonucu başlangıca göre meydana gelen askorbik asit kayıp değerleri (%)

Dezenfektan Çözeltilerinde Bekletmenin Distile Suya Ek Olarak Meydana Getirdiği Kayıplar

Marulların klor çözeltisinde bekletilmesiyle meydana gelen kayıplar: Bekletme süresi 5 dakika olan ve 1 cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin 50 ppm klorda bekletilmesi sonucu distile suda bekletme uygulamasına ek %24.40'lık bir kayıp meydana gelmiştir ($p<0.10$). Aynı sürede 1 cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin 200 ppm konsantrasyonundaki klorda bekletilmesi sonucu ise distile su uygulamasına ek olarak %39.76'lık kayıp olmuştur ($p<0.10$) (Tablo 1). Bir cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin 5 dakika süreyle 50 ppm ve 200 ppm klorda bekletilmesi sonucunda, 200 ppm klor konsantrasyonunda %20.31 daha fazla kayıp meydana gelmiştir ($p<0.10$) (Tablo 1).

Bir cm doğrama kalınlığındaki marul örneklerinin 50 ppm konsantrasyonundaki klorda 15 dakika bekletilmesi sonucunda distile su uygulamasına ek olarak %34.72'lik bir kayıp meydana gelmiştir ($p<0.10$). Aynı sürede 200 ppm klorda bekletildiğinde, 1 cm doğrama kalınlığındaki marul örneklerindeki distile su uygulamasına ek kayıp değeri %63.87'dir ($p<0.10$). Bir cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin 15 dakika süreyle 50 ppm ve 200 ppm klorda bekletilmesi sonucunda, 200 ppm klor konsantrasyonunda bekletme sonrası %44.65 daha fazla kayıp belirlenmiştir ($p<0.10$) (Tablo 1).

Bekletme süresi 5 dakika olan ve 2 cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin 50 ppm konsantrasyonundaki klorda bekletilmesi sonucunda distile su uygulamasına ek olarak %20.08'lik bir kayıp meydana gelmiştir ($p<0.10$) (Tablo

1). Aynı sürede 2 cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin 200 ppm konsantrasyonundaki klorda bekletilmesi sonucu ise askorbik asit kaybında %31.71'lik ek bir artış olmuştur ($p<0.10$) (Tablo 1).

İki cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin 5 dakika süreyle 50 ve 200 ppm klorda bekletilmesi sonrasında, 200 ppm klor konsantrasyonunda %14.55 daha fazla askorbik asit kaybı meydana gelmiştir ($p<0.10$). Aynı doğrama kalınlığında olan marul örneklerinin 50 ppm konsantrasyonundaki klorda 15 dakika bekletilmesi sonucunda askorbik asit değerinde distile su uygulamasına ek olarak %33.50'lik bir kayıp meydana gelmiştir ($p<0.10$). Aynı sürede 200 ppm klorda bekletildiğinde ise 2 cm doğrama kalınlığındaki marul örneklerindeki kayıp değeri %41.21 artış göstermiştir ($p<0.10$) (Tablo 1).

İki cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin 15 dakika süreyle farklı konsantrasyonlardaki klorda (50 ve 200 ppm) bekletilmesi sonucunda, 200 ppm klor konsantrasyonunda %11.59 daha fazla kayıp belirlenmiştir ($p<0.10$) (Tablo 1). Farklı kalınlıklarda doğranmış marul örneklerinin aynı konsantrasyonlardaki klorda aynı sürelerde bekletilmesi sonucu distile suda bekletmeye ek olarak meydana gelen askorbik asit kayıpları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu saptanmıştır ($p<0.10$) (Tablo 1).

Marulların kalsiyum oksit çözeltisinde bekletilmesiyle meydana gelen kayıplar: Bekletme süresi 5 dakika olan ve 1 cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin %0.1 konsantrasyonundaki kalsiyum oksit (Calceramic®) çözeltisinde bekletilmesi sonucunda, distile suda bekletme uygulamasına ek olarak %39.76'lık bir kayıp meydana gelmiştir ($p<0.10$). Aynı doğrama kalınlığında olan marul örneklerinin %0.1 kalsiyum oksitte 15 dakika bekletilmesi sonucunda askorbik asit değerinde ek %73.79'luk bir kayıp artışı meydana gelmiştir ($p<0.10$) (Tablo 2).

Kalsiyum oksidin %0.1 konsantrasyonundaki çözeltisinde 5 dakika bekletilen 2 cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin askorbik asit

Tablo 1. Klorun farklı konsantrasyonlarında bekletilen marul örneklerinin askorbik asit miktarları (mg/100 g yaş ağırlık) ve distile suda bekletmeye ek olarak meydana gelen askorbik asit kayıpları (%)^{a-c}

Marul	Bekletme süresi	Askorbik asit (mg/100 g yaş ağırlık)					
		Klor			Kayıp		
		Distile su	50 ppm	200 ppm	1	2	3
		$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	%	%	%
Bir cm kalınlığında doğranmış	5 dakika	10.16±0.06	7.68±0.02	6.12±0.03	24.40	39.76	20.31
	15 dakika	6.45±0.02	4.21±0.04	2.33±0.007	34.72	63.87	44.65
İki cm kalınlığında doğranmış	5 dakika	11.35±0.01	9.07±0.05	7.75±0.09	20.08	31.71	14.55
	15 dakika	9.73±0.09	6.47±0.03	5.72±0.01	33.50	41.21	11.59

a Aynı doğrama kalınlığında aynı sürede distile su ile farklı klor çözeltilerinde bekletilen örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.10$).

b Aynı doğrama kalınlığında farklı sürelerde distile su ile farklı klor çözeltilerinde bekletilen örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.10$).

c Farklı doğrama kalınlığında aynı konsantrasyonda aynı sürede bekletilen örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.10$).

Kayıp 1: Askorbik asit (distile su-klor; 50 ppm)

Kayıp 2: Askorbik asit (distile su-klor; 200 ppm)

Kayıp 3: Askorbik asit (klor; 50 ppm-klor; 200 ppm)

miktarında distile su uygulamasında görülen kayba ek olarak %35.41 değerinde kayıp olduğu saptanmıştır ($p < 0.10$). Aynı doğrama kalınlığındaki marul örneklerinin 15 dakika süreyle %0.1'lik kalsiyum oksitte bekletilmesi sonucunda ise askorbik asit kaybında %46.45'lik ek bir kaybın olduğu belirlenmiştir ($p < 0.10$) (Tablo 2).

Farklı doğrama kalınlıklarındaki marul örneklerinin %0.1 kalsiyum oksitte aynı sürelerde bekletilmesi sonrasında distile suda bekletmeye ek askorbik asit kayıpları arasında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($p < 0.10$) (Tablo 2).

Marulların Asetik Asit Çözeltilerinde Bekletilmesiyle Meydana Gelen Kayıplar:

Bekletme süresi 5 dakika olan 1 cm kalınlığında doğranmış marul örnekleri %0.5, %2 ve %5'lik asetik asit çözeltilerinde bekletildiklerinde distile su uygulamasında meydana gelen kayba ek olarak sırasıyla, %10.62, %8.95 ve %5.51 kayıp olduğu bulunmuştur (Tablo 3). Aynı doğrama kalınlığındaki marul örneklerinin %0.5, %2

ve %5'lik asetik asit çözeltilerinde 15 dakika bekletilmeleri sonucunda ise sırasıyla, %24.80, %18.44 ve %13.02 oranında ek bir kayıp artışı saptanmıştır (Tablo 3).

Farklı konsantrasyondaki asetik asit çözeltilerinde 5 dakika bekletilen bir cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinde meydana gelen ek askorbik asit kayıpları arasındaki farklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.10$) (Tablo 3). On beş dakika süreyle farklı konsantrasyonlardaki asetik asit çözeltilerinde bekletilen aynı doğrama kalınlığındaki marul örneklerinde meydana gelen ek askorbik asit kayıpları arasında da önemli bir fark bulunmaktadır ($p < 0.10$) (Tablo 3).

İki cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinin %0.5, %2 ve %5'lik asetik asit çözeltilerinde 5 dakika bekletilmeleri sonucunda askorbik asit kayıplarında meydana gelen kayıp artışları sırasıyla, %7.31, %5.99 ve %2.99'dur (Tablo 3). Bekletme süresi 15 dakika olan aynı kalınlıkta doğranmış marul örneklerindeki ek kayıp artışları ise, %0.5'lik asetik asitte %15.31, %2'lik asetik

Tablo 2. Kalsiyum oksit (Calceramic®) çözeltilerinde bekletilen marul örneklerinin askorbik asit miktarları (mg/100 g yaş ağırlık) ve distile suda bekletmeye ek olarak meydana gelen askorbik asit kayıpları (%)^{a,b}

Marul	Bekletme süresi	Askorbik asit (mg/100 g yaş ağırlık)		
		Distile su	%0.1 Kalsiyum oksit	Kayıp
		$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	%
Bir cm kalınlığında doğranmış	5 dakika	10.16±0.06	6.06±0.03	39.76
	15 dakika	6.45±0.02	1.69±0.02	73.79
İki cm kalınlığında doğranmış	5 dakika	11.35±0.01	7.33±0.11	35.41
	15 dakika	9.73±0.09	5.21±0.02	46.45

a Aynı doğrama kalınlığında aynı sürede kalsiyum oksit ile distile suda bekletilen örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.10$).

b Farklı doğrama kalınlığında aynı sürede kalsiyum oksit ile distile suda bekletilen örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.10$).

Kayıp: Askorbik asit (distile su-kalsiyum oksit, %0.1)

Tablo 3. Asetik asidin farklı konsantrasyonlarında bekletilen marul örneklerinin askorbik asit miktarları (mg/100 g yaş ağırlık) ve distile suda bekletmeye ek olarak meydana gelen askorbik asit kayıpları (%)^{a-c}

Marul	Bekletme süresi	Askorbik asit (mg/100 g yaş ağırlık)						
		Distile su	Asetik asit			Kayıp		
			%0.5	%2	%5	1	2	3
		$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	%	%	%
Bir cm kalınlığında doğranmış	5 dakika	10.16±0.06	9.08±0.005	9.25±0.005	9.60±0.01	10.62	8.95	5.51
	15 dakika	6.45±0.02	4.85±0.03	5.26±0.04	5.61±0.04	24.80	18.44	13.02
İki cm kalınlığında doğranmış	5 dakika	11.35±0.01	10.52±0.02	10.67±0.04	11.01±0.02	7.31	5.99	2.99
	15 dakika	9.73±0.09	8.24±0.02	8.69±0.04	8.97±0.02	15.31	10.68	7.81

a Aynı doğrama kalınlığında aynı sürede distile su ile farklı asetik asit çözeltilerinde bekletilen örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.10$).

b Aynı doğrama kalınlığında farklı sürelerde distile su ile farklı asetik asit çözeltilerinde bekletilen örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.10$).

c Farklı doğrama kalınlığında aynı konsantrasyonda aynı sürede bekletilen örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.10$).

Kayıp 1: Askorbik asit (distile su-asetik asit, %0.5)

Kayıp 2: Askorbik asit (distile su-asetik asit, %2)

Kayıp 3: Askorbik asit (distile su-asetik asit, %5)

asitte %10.68 ve %5'lik asetik asitte %7.81 olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Farklı konsantrasyondaki asetik asit çözeltilerinde 5 dakika bekletilen 2 cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinde meydana gelen ek askorbik asit kayıpları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.10$) (Tablo 3). Farklı konsantrasyonlardaki asetik asit çözeltilerinde 15 dakika bekletilen 2 cm kalınlığında doğranmış marul örneklerinde meydana gelen ek askorbik asit kayıpları arasında da önemli bir farklılık bulunmaktadır ($p < 0.10$) (Tablo 3).

Farklı doğrama kalınlıklarında olan marul örneklerinin aynı konsantrasyondaki asetik asit çözeltilerinde aynı süre bekletilmesiyle meydana gelen ek askorbik asit kayıpları arasındaki fark önemlidir ($p < 0.10$) (Tablo 3).

TARTIŞMA

Dezenfeksiyon Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) tarafından, “toplum sağlığı için tehdit oluşturan mikroorganizmaların sayılarının önemli ölçüde azaltılması amacıyla uygulanan, bunu yaparken ürünün kalitesini ve sağlığı olumsuz yönde etkilemeyen temizleme işlemi” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım patojenlerin popülasyonunu azaltmak suretiyle gıda kalitesinin de korunmasının gerekliliğini vurgulamaktadır (10).

Taze meyve ve sebzelerde “kalite” kavramı, görünüş, doku, lezzet, mikrobiyolojik yük ve besin değeri gibi kavramların kombinasyonlarından

oluşmaktadır (11). Bu nedenle bu çalışmada, farklı kalınlıklarda doğranmış marul örneklerine uygulanan farklı gıda dezenfektanlarının askorbik asit içerikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır (Tablo 1-3).

Doğrama işlemi gibi sebze stres yaratan koşullar, reaktif oksijen türlerinin artmasına ve askorbat oksidaz ve peroksidaz aktivitesindeki artışla beraber askorbik asidin dehidroaskorbik aside dönüşümünün artmasına neden olmaktadır (12). Ayrıca, askorbik asidin oksijen ile temasını dolayısıyla da oksidasyonunu artırmaktadır. Havadaki 1 cm³ oksijenin 3.3 mg askorbik asidin yıkılmasına, meyve suyundaki 1 mg oksijenin ise 11.2 mg askorbik asidin okside olmasına neden olabileceği bildirilmektedir (13). Doğrama işleminde doğrama kalınlığı, kesit yüzeyinin su ile olan temasını da etkilemektedir. Bu durum askorbik asit kaybı açısından önemlidir (14). Askorbik asit suda çok kolay çözünen bir vitamindir. Yapılan bir çalışmada, yeşil yapraklı on altı değişik türde sebzelerin bol suda pişirilmesiyle %18-99, az suda pişirilmesiyle %5-97 askorbik asit kaybının olduğu saptanmıştır (15). Bu çalışmada da marulun doğrama kalınlıklarındaki azalmaya ve distile suda bekletme süresindeki artışa bağlı olarak su ve hava ile temasın artması sonucu askorbik asit kaybının arttığı (Şekil 1, Tablo 1-3) mevcut literatür verileri ışığında da desteklenmektedir (12-15).

Geniş öldürme spektrumu, kimyasal olarak stabil, ucuz, kolay ulaşılabilir ve kullanılabilir olması gibi nedenlerle evlerde ve toplu beslenme

sistemlerinde en sık tercih edilen gıda dezenfektanı klorlu bileşiklerdir (16). Klor bileşikleri çoğunlukla 50–200 ppm konsantrasyonlarında ve 5-10 dakika arasında tipik temas süreleriyle kullanılmaktadır (17). Bu nedenle bu araştırmada, 50 ppm (pH=7.38) ve 200 ppm (pH=8.01) klor konsantrasyonları farklı kalınlıklarda doğranmış marul sebzelerine farklı sürelerde uygulanmıştır. En fazla askorbik asit kayıpları 1 cm kalınlığında doğranmış, 15 dakika 200 ppm klorda bekletilmiş olan marul örneklerinde görülmüştür (Tablo 1).

Bu araştırmada, distile suya eklenen 50 ppm klorun distile suyun pH'sını 6.54'ten 7.38'e, 200 ppm klorun pH'sını ise 8.01'e çıkardığı bulunmuştur. Askorbik asit, pH 2-4 arasında oldukça stabildir. Fakat pK₁ değeri olan 4.04'ün üzerine gidildikçe stabilitesini kaybedip hızlı bir şekilde geri dönüşümsüz olarak vitamin aktivitesi olmayan 2,3-diketo-L-gulonik asite hidrolize olmaktadır (7,18). Klorla ilgili yapılan bir araştırmada bunu destekler şekilde, klorun musluk suyunun pH'sını yükselterek ortamı alkali yaptığı bu nedenle klorlu suda 30 dakika süreyle bekletme işleminin kıymalı ıspanak yemeğinde askorbik asit kaybını arttırdığı düşünülmüştür (19). Yapılan başka bir çalışmada ise, klorindioksit (3 mg L⁻¹) ve sodyum hipokloritin (100 mg L⁻¹) taze kesilmiş marulun C vitamini (askorbik asit+dehidroaskorbik asit) içeriklerine olan etkisi araştırılmıştır. Dezenfektan çeşidinden bağımsız olarak yıkanmış marulların C vitamini içeriğinin, yıkanmamışlara göre daha az olduğu saptanmıştır (20). Literatürde yapılan çalışmalarda, farklı konsantrasyonlarda ve formda klor kullanılmasının bu çelişkili sonuçların nedeni olduğu düşünülmektedir.

Bu araştırmada Calceramic® (%91-98.5'i kalsiyum oksit) adlı ticari bir dezenfektan da kullanılmıştır. Kalsiyum oksit, E529 koduyla Türk Gıda Kodeksi Renklendiriciler ve Tadlandırıcılar Dışındaki Gıda Maddeleri Tebliği'nde yer alan bir gıda katkı maddesidir (21). "Sörf Sera", "Vegisafe" ve "Surfcare (CAO 1000)" gibi ticari isimlerle özellikle Japon piyasasında bulunan Hokkakai adı verilen deniztaragının kabuğunun fırınlanmasıyla elde edilen Calceramic® tamamen doğal içerikli bir dezenfektan olarak beyan edilmektedir. Bu çalışmada, Calceramic®'in %0.1

konsantrasyonunda her iki bekletme süresinde de doğrama kalınlığı 2 cm olan örneklerde 1 cm olan örneklere göre daha az askorbik asit kaybı meydana getirmiştir (Tablo 2).

Calceramic®'in besinlerin askorbik asit içerikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalar literatürde oldukça sınırlı sayıdadır. Bu araştırmanın sonuçlarına (Tablo 2) benzer olan bir araştırmada, başlangıç askorbik asit içeriği 36 mg/100 g olan domateslere %0.05'lik ve %0.15'lik Sörf Sera'nın 10 dakika uygulanması sonucunda domateslerdeki askorbik asit miktarları sırasıyla, 31 mg/100 g ve 30 mg/100 g'a düşmüştür (22).

Calceramic® suda çözününce etken maddesi olan kalsiyum oksit, kalsiyum hidroksite dönüşmektedir. Bu nedenle %0.1'lik kalsiyum oksit solüsyonunun pH'sının 12'nin üzerine çıktığı bazı çalışmalarda bildirilmektedir (23). Calceramic®'in bakteriyostatik etkisinin pH'ta meydana gelen değişimler ile hidroksi iyonlarının serbest radikal etkisi göstermesi ve bazı biyomoleküllerle reaksiyona girebilmesi olduğu bildirilmektedir (23). Bu araştırmada da, %0.1 kalsiyum oksit distile suyun pH'sını 6.54'ten 9.14'e yükseltip alkaliteyi arttırmıştır. Bu araştırma kapsamında pH'ta meydana gelen bu önemli değişikliklerin marulların üzerinde bakteriyostatik etki göstermesinin yanı sıra askorbik asit kayıplarında önemli rol oynadığı düşünülmektedir (Tablo 2).

Genel Olarak Güvenli Kabul Edilir (GRAS) statüsünde yer alan asetik asit, laktik asit, sitrik asit gibi organik asitler, taze meyve ve sebzelerde bulunan psikrofilik ve mezofilik bakterilere karşı güçlü antimikrobiyal etkiye sahiptirler (24). Organik asitlerin antimikrobiyal etkisi, serbest hidronyum iyonlarının konsantrasyonunu arttırmaları dolayısıyla pH'ta düşümlere neden olarak hücre membran yapısını, transport ve permeabilitesini bozmalarından kaynaklanmaktadır (16). Bu çalışmada da asetik asidin askorbik asit üzerine olan nispeten koruyucu etkisinin (Tablo 3) dolaylı olarak antimikrobiyal mekanizması üzerinden gerçekleştirmekte olduğu düşünülmektedir. Ancak asetik asidin, askorbik

asit üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalar kalsiyum oksitte olduğu gibi sınırlıdır.

Bu çalışmada asetik asidin tüm konsantrasyonlarında bekletilen 2 cm kalınlığında doğranmış marul örneklerindeki askorbik asit kayıplarının en düşük değerde olduğu görülmüştür (Tablo 3). Asetik asidin tüm konsantrasyonlarında bekletme süresi 5 dakika olduğunda 15 dakikaya göre daha az askorbik asit kaybının olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Bu sonuçlara benzer olan bir çalışmada, marul örneklerine 2 ppm'lik ozon, 100 ppm'lik klorlu su ve 0.25 g/100 g sitrik asit +0.50 g/100 g askorbik asidin marullara 2 dakika uygulanması sonrasında daha asidik nitelikte olan askorbik asit+sitrik asit ilavesi yapılan marul örneklerinde askorbik asit korunumu daha yüksek bulunmuştur (25).

Sonuç olarak, bu çalışmada gıda dezenfektanlarının marulların C vitamini içeriklerinde kayıplara neden olduğu belirlenmiştir. Ancak gıda dezenfektanlarının asidik pH'da olması, marulların doğrama kalınlığının artırılması ve dezenfektan çözeltilerinde bekletme süresinin kısa tutulması askorbik asit korunumunu nispeten artırmıştır. Bu konuda daha fazla sebze ve dezenfektan çeşidi, konsantrasyonu ile süresinin etkisinin irdelendiği, mikrobiyolojik ve duyu analizlerle de desteklenmiş daha fazla araştırma yapılmasına gereksinim bulunmaktadır.

Çıkar çatışması/Conflict of interest: Yazarlar ya da yazı ile ilgili bildirilen herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

- World Health Organization (WHO). Reducing Risks, Promoting Healthy Life. Geneva, Switzerland: The World Health Report; 2002.
- Stables GJ, Subar AF, Patterson BH, Dodd K, Heimendinger J, Van Duyn MA, et al. Changes in vegetable and fruit consumption and awareness among US adults: results of the 1991 and 1997. 5 A Day for Better Health Program Surveys. J Am Diet Assoc 2002;102(6):809-817.
- Bean NH, Goulding JS, Lao C, Angulo FJ. Surveillance for Foodborne-Disease Outbreaks-United States, 1988-1992. MMWR CDC Surveill Summ 1996;45(5):1-66.
- Food and Drug Administration (FDA). Analysis and evaluation of preventive control measures for the control and reduction/elimination of microbial hazards on fresh and fresh-cut produce. September 30, 2001. Available at: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm090977.htm> Accessed March 10, 2014.
- Abadias M, Usall J, Anguera M, Solsona C, Viñas I. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. Int J Food Microbiol 2008;123(1-2):121-129.
- Martínez-Sánchez A, Allende A, Bennett RN, Ferreres F, Gil MI. Microbial, nutritional and sensory quality of rocket leaves as affected by different sanitizers. Postharvest Biol Technol 2006;42(1):86-97.
- Yurttagül M. Vitamin Kayıpları. Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci 2006;2(11):166-175.
- Eitenmiller RR, Landen WO, Ye L. Vitamin C. Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences. 2nd ed. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2008.p.231-74.
- Akgül A. Tıbbi Araştırmalarda İstatistiksel Analiz Teknikleri SPSS Uygulamaları. 3. Baskı. Ankara: Emek Ofset; 2005.
- Food and Drug Administration (FDA). Guidance for Industry: Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards of Fresh-cut Fruits and Vegetables. February 25, 2008. Available at: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ProducePlantProducts/ucm064458.htm> Accessed March 15, 2014.
- Alexandre EMC, Brandão TRS, Silva CLM. Impact of non-thermal technologies and sanitizer solutions on microbial load reduction and quality factor retention of frozen red bell peppers. Innovative Food Science&Emerging Technologies 2013;17:99-105.
- Lamikanra O, Watson M. Cantaloupe melon peroxidase: Characterization and effects of additives on activity. Nahrung 2000;44(3):168-172.
- Ottaway PB. Processing and nutritional quality: The stability of vitamins during food processing. In: Henry CJK, Champman CJ, editors. The Nutrition Handbook for Food Processers. Washington DC: Woodhead Publishing Ltd; 2002.p.258.
- Barry-Ryan C, O'Beirne D. Ascorbic acid retention in shredded iceberg lettuce as affected by minimal processing. J Food Sci 1999;64(3):498-500.
- Sreeramulu N, Ndossi G, Mtoto Mwema K. Effect of cooking on the nutritive value of common food plants of Tanzania: Part 1-Vitamin C in some of the wild green leafy vegetables. Food Chem 1983;10(3):205-210.
- Rico D, Martin-Diana AB, Barat J, Barry-Ryan C. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. Trends in Food Science&Technology 2007; 18(7):373-386.
- Francis GA, O'Beirne D. Effects of vegetable type and antimicrobial dipping on survival and growth of *Listeria innocua* and *E. coli*. Int J Food Sci Technol 2002;37(6):711-718.
- Wechtersbach L, Polak T, Ulrich NP, Cigić B. Stability and transformation of products formed from dimeric dehydroascorbic acid at low pH. Food Chem 2011;129(3):965-973.
- Çakır B, Beyhan Y. Çeşitli Pişirme Yöntemlerinin Kıymalı Ispanak Yemeklerinin C Vitamini İçeriği Üzerine Etkisi. Beslenme ve Diyet Dergisi 2006;34(2):31-40.
- López-Gálvez F, Allende A, Truchado P, Martínez-Sánchez A, Tudela JA, Selma MV, et al. Suitability of aqueous chlorine dioxide versus sodium hypochlorite as an effective sanitizer for preserving quality of

- fresh-cut lettuce while avoiding by-product formation. *Postharvest Biol Technol* 2010;55(1):53-60.
21. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği, Tebliğ No (2008/22). Resmi Gazete: 31.12.2008-27097.
 22. Japonya Gıda Analiz Merkezi. Vitamin Ölçümü. Sörf Sera Corporation; 2000.
 23. Bodur T, Yaldirak G, Kola O, Çağrı-Mehmetoğlu A. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia Coli* O157:H7 on frankfurters using scallop-shell powder. *Journal of Food Safety* 2010;30(3):740-752.
 24. Bari ML, Ukuku DO, Kawasaki T, Inatsu Y, Isshiki K, Kawamoto S. Combined efficacy of nisin and pediocin with sodium lactate, citric acid, phytic acid, and potassium sorbate and EDTA in reducing the *Listeria monocytogenes* population of inoculated fresh-cut produce. *J Food Prot* 2005;68(7):1381-1387.
 25. Ölmez H, Akbas MY. Optimization of ozone treatment of fresh-cut green leaf lettuce. *J Food Eng* 2009;90(4):487-494.