

## KONVEKSİYONEL VE DONDURARAK KURUTMA YÖNTEMLERİNİN KARPUZUN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ Asiye Akyıldız\*, Süleyman Polat, Erdal Ağçam

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Balcalı-Adana

Geliş tarihi / Received: 29.06.2016

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 09.09.2016

Kabul tarihi / Accepted: 18.10.2016

### Özet

Bu çalışmada iki farklı kurutma yöntemi (konveksiyonel (70 °C) ve dondurarak kurutma (-66 °C'de 5 mtorr basınçta) ile kurutulan karpuzların fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri karşılaştırılmıştır. Üretim yöntemlerinin kurutulmuş karpuz üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla pH, titrasyon asitliği, renk, toplam kurumadde, su aktivitesi, toplam karotenoid miktarı, likopen, β-karoten, hidroksimetilfurfural (HMF), askorbik asit içeriği ve duyu değerlendirilmesi yapılmıştır. Konveksiyonel kurutulmuş karpuzlarda daha fazla HMF oluşurken dondurularak kurutulanlarda ise likopen içeriğinde daha fazla azalmalar tespit edilmiştir. Dondurularak kurutulan örneklerin ölçülen renk değerlerinden L\* ve Hue\* değerleri artmış, a\* değeri azalmış ve tazelerine göre en çok renk değişimi (ΔE\*) dondurularak kurutulmuş örneklerde görülmüştür. Konveksiyonel kurutulmuş örneklerin toplam karotenoid içerikleri tazeye göre daha yüksek (284.43 mg/kg-5.30 kat fazla), askorbik asit içerikleri ise tazelerine göre daha az (9.63 mg/kg-3.38 katı azalma) tespit edilmiştir. Dondurularak kurutulmuş örneklerde ise, askorbik asit değeri tazeye göre daha yüksek (245.13 mg/kg-7.51 katı artış) belirlenmiştir. Kurutulmuş karpuzların duyu değerlendirmesinde renk bakımından konveksiyonel kurutulmuş örnekler yüksek puan alırken, tat bakımından en yüksek beğeniyi dondurularak kurutulan örnekler almıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kurutulmuş karpuz, konveksiyonel ve dondurarak kurutma, likopen ve β-karoten, toplam karotenoid, HMF, askorbik asit

## EFFECT OF CONVENTIONAL AND FREEZE DRYING METHODS ON SOME QUALITY PROPERTIES OF WATERMELON

### Abstract

In this study, water melons dried with two different methods (conventional (70 °C) and freeze-drying (66 °C-5 mtorr)) were compared by physical, chemical and sensorial properties of them. To determine the effect of drying methods on pH, titration acidity, color, total dry matter, water activity, total carotenoid contents, lycopene, β-carotene, hydroxymethylfurfural (HMF), ascorbic acid and sensorial evolution of dried watermelon samples were carried out. While HMF formation in conventional-dried samples were higher than freeze drying samples, lycopene degradation of freeze-dried samples were higher than conventional dried samples. The color values of L\* and Hue\* of the freeze-dried samples increased, but a\* value decreased. In addition, according to the color values of fresh watermelon sample, the highest color changing (ΔE\*) was determined for freeze-dried samples. The total carotenoid contents of conventional-dried samples were determined higher (284.33 mg/kg-higher 5.30 times) than freeze-dried samples. While ascorbic acid contents of the conventional-dried samples were decreasing (9.63 mg/kg-lower 3.38 times), the freeze-dried samples were increasing (245.13 mg/kg- higher 7.51 times) according to the fresh watermelon samples. According to sensorial evaluation of dried watermelon samples, the highest color score obtained for conventional-dried, while the highest taste score obtained for freeze-dried.

**Keywords:** Dried watermelon, conventional and freeze drying, lycopene and β-carotene, total carotenoid, HMF, ascorbic acid

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ asiye1@cu.edu.tr,

☎ (+90) 322 338 6173,

☎ (+90) 322 338 6614

## GİRİŞ

Karpuz kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasına mensup (*Citrullus vulgaris*) Schrader türüne giren kültür bitkilerinin meyvesidir (1). Karpuzun çekirdekli ve çekirdeksiz çeşitleri vardır. Karpuzlar, çok uzun süreli muhafaza için uygun değildir. İdeal muhafaza koşulları yaklaşık % 90 bağıl nemde 10-15 °C aralığındadır. Meyvenin hasadı takip eden 2-3 hafta içerisinde tüketilmesi gerekir (2).

Karpuz, dünyada 2011 yılında en fazla üretilen ürünler arasında 16. sırada, 2012 ve 2013 yıllarında ise 14. sırada yer almıştır. FAO verilerine göre, 2013 yılında karpuz üretiminde Çin'in yaklaşık 73 milyon ton ile tek başına diğer ülkelerin toplamından daha fazla üretim yaptığı, Türkiye'nin ise karpuz üretiminde yaklaşık 3.9 milyon ton ile 3. sırada yer aldığı bildirilmiştir (3). Karpuz ülkemizde, domatesten sonra en çok üretilen ikinci sebzedir. Karpuz 2012 yılında 4.02 milyon ton ile sebze üretim miktarları içinde % 14.5' lik paya sahipken, 2015 yılında 3.9 milyon ton ile sebze üretim miktarları içinde % 13.3'lik paya sahip olmuştur (4). Ülkemiz, dünya karpuz üretiminde önemli bir paya sahip olmakla beraber karpuzun gıda sanayinde hammadde olarak kullanımı sınırlı kalmıştır. Üretilen karpuzun büyük bir çoğunluğu iç piyasaya sürülmekte ve ihracatı ise çok düşük olduğundan, ihraç edilen ilk 20 ürün içerisinde girememiştir. Bu durum karpuz fiyatlarının üretim maliyetlerinin çok altında satılmasına ve çoğu zaman çiftçilerin ürettiği ürünü tarlada bırakmasına sebep olmaktadır. Bu yüzden karpuz üretimi önceki yıllara göre kıyaslandığında üretimin azalış gösterdiği görülmektedir.

Karpuz, antioksidanlar gibi karotenoidler (likopen ve beta-karoten), fenolik bileşenler, vitaminler (A, B, C ve E) ve belirli aminoasitler (sitrullin) bulunmaktadır (5). Bu maddelerin bazı kanser türleri riski, kalp-damar hastalıkları ve yaşa bağlı dejeneratif patolojilerin azaltılmasında koruyucu bir rol oynadığı düşünülmektedir (6-8). Karpuzun likopen içeriği diğer birçok meyve ve sebzeden yüksek bulunduğu ve likopen içeriğinin 23.0-72.0 µg/g (taze ağırlık) olduğu belirtilmiştir. Likopenin gıda renklendirici olarak kullanılmasının yanı sıra, sağlık üzerine birçok olumlu etkisinin bilinmesi nedeniyle son yıllarda araştırmalar likopen içeriği yüksek olan meyve ve sebzelere yönelmiştir.

Bununla birlikte çalışmalar, likopen kaybını en aza indirmek için optimum işleme koşullarının belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır (9).

Literatürde karpuzun ozmotik dehidrasyon ve (10) ve karpuz suyunun sprey kurutucu ile kurutulmasıyla (11) ilgili çalışmalar mevcuttur. Kurutma yöntemi ve koşulları ürünün kalite özelliklerini etkilediğinden, seçilecek olan kurutma yöntemi ve koşullarının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Karpuz ve ürünlerinin kurutulması sırasında dikkate alınması gereken en önemli kalite kriterlerinden bir tanesi likopen olup, bu madde ısı, ışık ve oksijen varlığında kolayca okside olmaktadır (12, 13).

Dondurularak kurutulmuş ürünlerin tazesine en yakın özelliklere sahip olduğu kabul edilmektedir. Taze örneklerin şekil, görünüm, tat, besin, gözeneklilik, renk, lezzet, doku ve biyolojik aktivitesinin korunması bu tekniği gıda malzemeleri kurutmak için en etkileyici ve uygulanabilir sürecin bir parçası yapmaktadır. Bununla birlikte, geleneksel kurutma yöntemleri ile karşılaştırıldığında dondurularak kurutmada düşük buhar basıncı gerekli olduğundan daha uzun kurutma süresi gerektirir. Ayrıca, dondurularak kurutma işlemi sırasında, bazı bileşiklerin parçalanmasına bağlı olarak antioksidan içeriğinde azalma ihtimali söz konusu olabilir. Ayrıca, dondurularak kurutma işletim maliyeti de yüksektir (14, 15).

Karpuzun raf ömrünü uzatmak için hasat sonrası uygulamalara önem verilmesinin yanı sıra gıda sanayisinde işlenerek değerinin artırılması gerekmektedir. Bu nedenle karpuzun artı değeri yüksek ürünlere işlenmesi için araştırma ve ürün geliştirme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma ile birlikte Çukurova Bölgesinin değerli bir sebzesi olan karpuzdan, farklı kurutma yöntemleri ile katma değeri yüksek bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Karpuzun kurutma sanayinde kullanılabilirliği sorgulanarak üreticiye pratik ve yeni bilgiler kazandırılacağı ve bu bilgilerin sanayiye teşvik edeceği düşünülmektedir. Karpuzun katma değeri yüksek bir ürüne dönüşmesi ile ekonomiye katkı sunulmasının yanı sıra sağlık açısından değerli bu ürünün bol tüketiminin yolu da açılmış olacaktır. Bu amaçla konveksiyonel ve dondurularak kurutma yöntemleri ile kurutulmuş karpuzların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

**MATERYAL VE YÖNTEM**

Çalışmada materyal olarak Ekim 2014 yılında Çukurova Bölgesinde yetiştirilmiş karpuzlar, piyasadan satın alınarak çalışmada kullanılmıştır. Karpuzlar yıkama işleminden sonra kabukları soyularak dilimlenmiştir. Üçgen şeklinde 1.5 cm kalınlıkta dilimlenen karpuzların çekirdekleri çıkarıldıktan sonra kurutma işlemi uygulanmıştır. Analizler sırasında kullanılan standart maddeler DPPH (1898-66-4), likopen (502-65-8), β-karoten (7235-40-7), askorbik asit (50-81-7), HMF (67-47-0) ve furfural (98-01-1) Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir.

Konveksiyonel kurutma, sıcaklık hassasiyeti ±1 °C olan 700 L hacimli zorlamalı hava akımlı kurutma kabini (KD 200-Nüve, Türkiye) 70 °C'de yaklaşık 11 saatte gerçekleştirilmiştir. Dondurularak kurutma işlemine geçilmeden önce karpuz örnekleri tepsiler üzerinde -30 °C de 24 saat boyunca dondurulmuştur. Dondurulan karpuz örnekleri, ilShin marka (ilShin Lab Co Ltd, South Korea) FD8512 model dondurularak kurutucu içerisinde -66 °C de 5 mtorr basınç altında yaklaşık 62 saat sürede kurutulmuştur. Bu sürenin sonunda kurutulan karpuz örnekleri, nem kapmalarını önlemek için hiç bekletilmeden vakum poşetlere aktarılmış otomatik vakum kapama makinası (DZ-300/2SA, Çin) yardımıyla vakum paketlenme yapılmıştır.

Taze ve kurutulmuş karpuzlarda uygulanan analizler toplam kurumadde tayini (g/100g) Anon. (1990)'a göre (16), su aktivitesi (aw) Novasina marka LabMASTER (standart) model su aktivitesi ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. pH ölçümü, WTW pH metre kullanılarak yapılmıştır. Taze örneklerin meyve içi ve kurutulmuş örneklerin rengi Minolta renk ölçüm cihazı (Minolta CR 400) ile belirlenmiştir. L\*, a\*, b\* değerleri ölçülmüş ve bu değerler aracılığıyla C\* (Kroma, renk yoğunluğu,  $\sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$ ), Hue\* (renk tonu,  $\arctan(b^*/a^*)$ ) ve  $\Delta E^*$  ( $\sqrt{(\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})}$ ) değerleri hesaplanmıştır (17).

**Askorbik Asit Tayini**

Karpuz örneklerinden 5 g alınıp test tüpüne aktararak üzerine 5 mL %2.5'lik meta-fosforik asit çözeltisi eklenmiştir. Karışım 4°C'de 6000 d/dak hızda 10 dakika santrifüjlendikten sonra santrifüj tüpündeki berrak kısımdan 0.5 mL alınarak %2.5'lik meta-fosforik asit çözeltisi ile 10 mL'ye

tamamlanmıştır. Bu karışım 0.45 µm'lik t eflon filtreden filtre edilerek HPLC cihazına (Shimadzu 20 AT, Kyoto, Japonya, 2006) enjekte edilmiştir (18).

**HPLC Koşulları:** Kolon: C 18 kolon (5 µm 4.6X250), Kolon sıcaklığı: 25°C, Hareketli faz: %2 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH 2.4), izokratik akış, Hareketli faz akışı: 0.5 mL/dak, Enjeksiyon hacmi: 10 mL, Elüsyon Süresi: 15 dakika, Dalga Boyu: 254 nm, Çıkış Zamanı: 11 dak.

**Hidroksi Metil Furfural (HMF) ve Furfural (F) Tayini**

Taze karpuz, dondurularak ve konveksiyonel kurutulmuş karpuz örneklerinde HMF ve F tayini yüksek basınç sıvı kromatografi (HPLC) (Shimadzu, LC20AT, Kyoto, Japonya, 2006) kullanılarak, örneklerin ekstraksiyonu ise Gökmen ve Acar (19) tarafından verilen yöntemle yapılmıştır. Analizin prensibi karpuz örneklerinin etil asetat ile ekstraksiyonu ve sonra sulu sodyum karbonat çözeltisi ile ekstraktının muamele edilmesi esasına dayanmaktadır. HPLC'de uygulanan akış ise Zappala ve ark. (20)'nin yöntemine göre yapılmıştır.

**HMF ve F için HPLC koşulları:** mobil faz: metanol/su/asetik asit (20/79/1) izokratik akış, enjeksiyon hacmi: 20 µl, akış hızı: 0.5 ml/dak, elüsyon süresi: 15 dak, dalga boyu: 285nm, kolon: ace 5 c18 250\*4.6 mm, kolon sıcaklığı: 30°C, dedektör: foto diyod dedektör (PDA).

**Toplam Karotenoid Madde Tayini**

Karpuzların toplam karotenoid miktarları için Lee ve ark. (17)'nin daha önce belirtmiş oldukları yöntem laboratuvarımız koşullarına uygun hale getirilerek kullanılmıştır. Bunun için 5 gr karpuz püresi teflon bir tüpe aktararak üzerine 10 mL ekstraksiyon çözeltisi (hekzan:aseton:metanol / 50:25:25, %0.1 BHT içerikli) ilave edilmiştir. Bu işlemi takiben bir karıştırma işlemi uygulandıktan hemen sonra santrifüjleme işlemine (4000 rpm, 10 dk, 4°C) geçilmiştir. Santrifüjleme sonrası vakit kaybetmeden 450 nm'de absorbans ölçülmüştür. Toplam karotenoid β-karoten cinsinden ifade edilmekte olup hesaplamada ekstinksiyon katsayısı (E1/2) 2505 olarak alınmıştır. (SF: Seyreltme faktörü)

$$\text{Toplam karotenoid} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{\text{Absorbans} * \text{SF} * 10}{E \frac{1}{2}} * 1000$$

### Likopen ve $\beta$ -karoten Bileşenlerin Belirlenmesi

Karotenoid bileşen analizi için Meléndez-Mart nez ve ark. (21) tarafından geliştirilen ekstraksiyon yöntemi temel alınmıştır. Bu yöntemde elde edilen ekstrakt ve bileşenlerin HPLC ile analizi sırasında ön denemelerle en uygun sonuç veren akış profili aşağıda verilmiştir (22).

**HPLC Koşulları:** Kolon: ProntoSIL C30, Kolon sıcaklığı: 20 C, Hareketli faz: MeOH (A), MTBE (B), Su (C), Gradient akış (MTBE ve MeOH % 0.1 BHT içerikli ve % 0.02 amonyum asetat içerikli), Hareketli faz akışı: 1 mL/dak, Enjeksiyon hacmi: 50  $\mu$ L, Elüsyon Süresi: 65 dak, Dalga Boyu: 450 nm

**Karotenoid bileşikler analizi için mobil faz gradient programı :** 0.01. dak için (A) %90- (B) %5-(C) % 5, 5. dak için (A)% 95-(B)%5-(C)%0, 40.dak için (A)%75-(B)%25-(C)%0, 55. dak için (A)%55-(B) %45-(C)%0, 60. dak için (A)%90-(B)%5-(C)%5, 65. dak için (A)%90-(B)%5-(C)%5.

### Duyusal Değerlendirme

Örneklerin duyuşal olarak değerlendirilmesi grafik skalası yöntemi kullanılarak 13 kişilik panelist grubu tarafından renk, koku, tat, özellikleri dikkate alınarak yapılmıştır (23).

### İstatistiksel Değerlendirme

Analiz sonuçları, SPSS 20.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Taze ve Kurutulmuş Karpuzun Bazı Fiziksel Özellikleri

Table 1. Some Physical Properties of Fresh and Dried Watermelon

	Taze Karpuz Fresh Watermelon	Konveksiyonel Kurutulmuş Karpuz Conventional Dried Watermelon	Dondurularak Kurutulmuş Karpuz Freeze Dried Watermelon
Toplam Kurumadde (%) Total Dry Matter (%)	7.06 $\pm$ 1.39 <sup>b</sup>	93.77 $\pm$ 1.43 <sup>a</sup>	96.08 $\pm$ 0.69 <sup>a</sup>
Su Aktivitesi Water Activity	0.957 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	0.255 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.120 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>
Renk Değerleri Color Values			
L*	51.79 $\pm$ 2.25 <sup>b</sup>	50.47 $\pm$ 3.08 <sup>b</sup>	72.50 $\pm$ 3.92 <sup>a</sup>
a*	18.38 $\pm$ 0.71 <sup>b</sup>	26.27 $\pm$ 2.55 <sup>a</sup>	11.62 $\pm$ 1.03 <sup>c</sup>
b*	19.61 $\pm$ 0.62 <sup>b</sup>	28.26 $\pm$ 1.19 <sup>a</sup>	20.10 $\pm$ 0.62 <sup>b</sup>
C*	26.88 $\pm$ 0.91 <sup>b</sup>	38.62 $\pm$ 2.11 <sup>a</sup>	23.22 $\pm$ 1.00 <sup>c</sup>
Hue *	46.86 $\pm$ 0.55 <sup>b</sup>	47.15 $\pm$ 2.73 <sup>b</sup>	59.99 $\pm$ 1.64 <sup>a</sup>
$\Delta E^*$		12.03 $\pm$ 1.92	21.80 $\pm$ 3.25

İstatistiksel değerlendirmelerdeki farklar aynı satırdaki farklı harfler ile gösterilmiştir ( $P < 0.05$ ).

Differences in the statistical evaluation were shown with different letters in the same row ( $P < 0.05$ )

### SONUÇ VE TARTIŞMA

Taze ve kurutulmuş karpuzun bazı fiziksel özellikleri (toplam kurumadde, su aktivitesi ve renk değerleri) Çizelge 1'de verilmiştir. Toplam kurumadde içeriği %7.06  $\pm$ 1.39 olan taze karpuzun, konveksiyonel olarak kurutulduğunda ortalama %93.77 $\pm$ 1.43'ye, dondurularak kurutulduğunda ortalama %96.08 $\pm$ 0.69'a yükseldiği görülmektedir. Karpuzun kurumadde içeriği meyvede bulunan şekerlerin konsantrasyonu ile son derece ilgilidir ve bu ise çeşidi ve olgunluk aşamasına bağlıdır (24). Saini ve Bains (25) taze karpuz suyunun Brikisini ortalama 8.4 olarak rapor ederken, Quek ve ark., (11) 12.1 Briks olarak bildirmişlerdir. Taze karpuz pulpunun nem içerikleri %91.5 (26) ve %91.2 (27) olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız karpuzun toplam kurumadde içeriği yaklaşık % 7.06 olarak belirlenmiştir.

Su aktivitesi değerleri taze karpuzda 0.957 $\pm$ 0.00 iken, konveksiyonel kurutulmalarda 0.255 $\pm$ 0.01, dondurularak kurutulmalarda 0.120 $\pm$ 0.01 olarak belirlenmiştir. Kurutulan karpuzların toplam kurumadde içeriklerindeki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, su aktivitesi değerleri açısından kullanılan yöntemler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Genel olarak mikrobiyel gelişme, 0.65 su aktivitesinde durmaktadır. Çoğu oksidatif ve enzimatik reaksiyon su aktivitesinin düşmesiyle durmakta, fakat su aktivitesi 0.2 ile 0.4 arasında enzimatik olmayan aktivite yavaş hızda da olsa devam etmektedir. Bu nedenle 0.2-0.4 arasındaki su aktivitesi kurutma için önemlidir (28). Arocho ve ark., (29) karpuz

posası örneklerinde ortalama  $0.236 \pm 0.041$  ( $n=27$ ) su aktivite değerinin ürünün güvenilir ve stabil olması açısından uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Taze karpuz örneklerinde ortalama  $51.79 \pm 2.25$  olan  $L^*$  değeri, konveksiyonel olarak kurutulanlarda hafif azalarak  $50.47 \pm 3.08$  olarak, dondurularak kurutulanlarda ise yükselerek  $72.50 \pm 3.92$  değerine çıkmıştır. Kurutulmuş karpuz örneklerinde en yüksek  $L^*$  değerleri ( $P < 0.05$ ) dondurularak kurutulmuş örneklerde belirlenmiş olup kırmızı rengin açılmasıyla (kırmızıdan, pembe beyaz tonlarına doğru) rengin solmasıyla  $L^*$  değeri daha da artmıştır. Kurutulmuş karpuz örneklerinde en yüksek  $a^*$  değerleri ( $26.27 \pm 2.55$ ) konveksiyonel kurutulmuş örneklerde belirlenmiş olup, en düşük  $a^*$  değerleri ( $11.62 \pm 1.03$ ) dondurularak kurutulan örnekte olmuştur ( $P < 0.05$ ).  $a^*$  değerindeki bu değişimler dondurularak kurutulan örneklerin kırmızı renginin açıldığını göstermektedir. Kurutulmuş karpuz örneklerinde en yüksek  $b^*$  değerleri konveksiyonel kurutulmuş örneklerde ( $28.26 \pm 1.19$ ), tazeye en yakın renk ( $b^*$  değerleri açısından) dondurularak kurutulan örnekte ( $20.10 \pm 0.62$ ) belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Kurutulmuş karpuz örneklerde en yüksek  $C^*$  değerleri konveksiyonel kurutulmuş örneklerde ( $38.62 \pm 2.11$ ) belirlenmiştir. Kurutulmuş karpuz örneklerden en yüksek hue\* değerleri dondurularak kurutulan örneklerde ( $59.99 \pm 1.64$ ) belirlenmiştir. Tazeye en yakın hue\* değeri konveksiyonel kurutulmuş örneklerde ( $47.15 \pm 2.73$ ) belirlenmiştir. En çok renk değişimi tazelerine göre dondurularak kurutulmuş örneklerde görülürken ( $\Delta E^*$ :  $21.80 \pm 3.25$ ), konveksiyonel kurutulan örneklerde ise renk değişimi dondurularak kurutulmuşların yaklaşık 1.81 katı kadar olmuştur. Gıdalarda

renk, özellikle de gıdanın kabul edilebilirliği üzerinde önemli bir kalite karakteristiğidir. Renk, genel olarak kurutma prosesi ile birlikte enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme, karemalizasyon, ve askorbik asit parçalanması gibi farklı kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonların etkisine uğramaktadır (29). Aracho ve ark., (29) karpuz posasının, valsli ve kabin tipli kurutucuda kurutulmasında, valsli kurutucuda kurutulan karpuzun taze karpuz posasına ve kabinde kurutulana göre daha soluk ve daha donuk renge sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kurutulan örneklerin renginin daha fazla sarı ve daha az kırmızı renge dönüştüğünü ifade etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da konveksiyonel kurutulanlarda kırmızılık ve sarılık değerleri artarken, dondurularak kurutulanlarda kırmızılık değerleri önemli derecede azalmış sarılık değerlerinde önemli değişim olmamıştır. Renk değişimi ve kırmızılığın kaybı likopen kaybı ve/veya izomerizasyonla ilgili olabilir. Kurutma sırasında, likopenin all-trans izomerleri cis-trans izomerlerine izomerize olur ki bu da kırmızılık kaybı olup rengin açılması anlamına gelir (30, 31).

Taze ve kurutulmuş karpuz örneklerinin önemli kimyasal özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir. Taze örneklerde pH  $5.61 \pm 0.16$  iken, kurutulmuş örneklerde değerler  $5.47 \pm 0.23$  ile  $5.55 \pm 0.08$  olarak tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ). pH değeri, önceki çalışmalarda taze karpuzun pulpunda 5.0 (26), taze karpuz sularında 5.3 ve 5.8 olduğu bildirilmiştir. (25, 11).

Çalışmada kullanılan taze karpuz örneklerinde titrasyon asitliği 0.014 g/100g, konveksiyonel ve dondurularak kurutulmuş örneklerde sırasıyla

Çizelge 2. Taze ve Kurutulmuş Karpuzun Bazı Kimyasal Özellikleri  
Table 2. Some Chemical Properties of Fresh and Dried Watermelon

	Taze Karpuz Fresh Watermelon	Konveksiyonel Kurutulmuş Karpuz Conventional Dried Watermelon	Dondurularak Kurutulmuş Karpuz Freeze Dried Watermelon
pH Değerleri <i>pH Values</i>	$5.61 \pm 0.16^a$	$5.55 \pm 0.08^a$	$5.47 \pm 0.23^a$
Titrasyon Asitliği (g/100 g) <i>Titration Acidity (g/100 g)</i>	$0.014 \pm 0.00^b$	$0.118 \pm 0.01^a$	$0.097 \pm 0.03^a$
HMF (mg/kg) <i>HMF (mg/kg)</i>	$0.145 \pm 0.05^b$	$2.796 \pm 0.46^a$	$0.565 \pm 0.07^b$
Furfural (mg/kg) <i>Furfural (mg/kg)</i>	$0.112 \pm 0.11^a$	$0.397 \pm 0.10^a$	$0.289 \pm 0.22^a$
Toplam Karotenoid (mg/kg) <i>Total Carotenoid (mg/kg)</i>	$75.22 \pm 5.05^b$	$284.43 \pm 28.20^a$	$241.71 \pm 49.23^a$
Likopen(mg/kg) <i>Lycopene (mg/kg)</i>	$26.34 \pm 3.17^b$	$139.73 \pm 37.220^a$	$99.17 \pm 7.24^a$
$\beta$ -Karoten (mg/kg) <i><math>\beta</math>-Caroten (mg/kg)</i>	$10.75 \pm 3.22^b$	$26.54 \pm 1.94^a$	$30.43 \pm 9.91^a$
Askorbik Asit (mg/kg) <i>Ascorbic acid (mg/kg)</i>	$32.60 \pm 0.60^b$	$9.63 \pm 1.17^c$	$245.13 \pm 16.99^a$

İstatistiksel değerlendirmelerdeki farklar aynı satırdaki farklı harfler ile gösterilmiştir ( $P < 0.05$ ).  
Differences in the statistical evaluation were shown with different letters in the same row ( $P < 0.05$ )

0.118±0.01 ve 0.097±0.03 g/100g olduğu tespit edilmiştir. Artışın sebebi, karpuzdaki suyun uzaklaştırılmasıyla kuru maddenin artmasına ve doğal olarak asitlerin oransal artışından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Konveksiyonel kurutulmuş karpuz örneklerinin HMF içeriği 2.796±0.46 mg/kg arasında iken dondurularak kurutulmuş örneklerde bu değer 0.565±0.07 mg/kg olarak belirlenmiştir. Konveksiyonel kurutulmuş örneklerde daha yüksek HMF değerleri belirlenmiştir. Taze gıdalarda HMF düzeyi sifıra yakındır, ancak kurutma gibi ısı uygulamaları sırasında şeker içeren ürünlerde HMF oluşumu söz konusudur. Kurutma işlemi sırasında, karbonhidratların dehidrasyonu, özellikle de heksoz, HMF oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca, HMF, Maillard reaksiyonu sırasında meydana gelir. Bu nedenle, HMF gıdaya uygulanan ısı işleminin bir göstergesi olarak kullanılabilir. HMF, toksikolojik durumu nedeniyle de, şeker bazlı gıdalar için ısı stresinin bir göstergesi olarak kullanılır (32). Isı şiddetinin daha yüksek olması nedeni ile konveksiyonel olanlarda HMF'nin yüksek olması da beklenen bir sonuçtur. Konveksiyonel kurutulmuş karpuz örneklerinin furfural içerikleri 0.397±0.10 mg/kg iken dondurularak kurutulmuş örneklerde yaklaşık ortalama 0.289±0.22 mg/kg olarak belirlenmiştir. Konveksiyonel kurutulmuş örneklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. HMF gibi furfural oluşumu da ısı işlem şiddetinin etkisini göstermektedir.

Taze karpuzların toplam karotenoid içeriği 75.22±5.05 mg/kg iken konveksiyonel kurutulmuş karpuz örneklerinin toplam karotenoid içeriği 284.43±28.20 mg/kg, dondurularak kurutulmuş örnekte ise 241.71±49.23 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Taze karpuz örneklerinin 26.34±3.17 mg/kg olan likopen içeriği konveksiyonel olarak kurutulmasıyla 139.73±37.22 mg/kg'a yükselmiştir. Dondurularak kurutulmuş örnekte ise 99.17±7.24 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kurutma ile artışlar olmuştur ancak dondurularak kurutulmuş örneklerdeki artış (3.76 kat) konveksiyonel olarak kurutulmuşlara (5.30 kat) göre daha az olmuştur ( $P<0.05$ ). Dondurularak kurutmada, taze karpuzun gözenekli yapısı korunarak tekstürü değişmeden kalabilmiştir. Dondurularak kurutulmuş örneklerde gözeneklilik korunurken doku içerisinde bulunan karotenoidler oksijen molekülünün kolay difüzyonu neticesinde karotenoidleri hızla okside etmiş olabileceği

düşünülmektedir. Bunun temel nedeni, molekülleri saran monomoleküler su tabakasının kurutmada uzaklaşmasıyla biyoaktif maddelerin oksidasyona açık hale gelmesindedir. Bilindiği üzere karotenoidler özellikle oksijen ve ışık etkisiyle hızla parçalanabilen pigmentlerdir. Likopen izomerizasyon ve oksidasyon yoluyla ısıdan, ışıktan ve oksijenden parçalanabilen kararsız bir pigmenttir (12, 13). Shi ve ark., (31) domates de likopen içeriğinin, konveksiyonel ve vakumlu kurutma sırasında azaldığını ancak vakum altında kaybın daha az olduğunu açıklamışlardır. Geleneksel kurutma yöntemlerinde ısı ve oksijenin etkisi ile daha fazla kayıpların yaşandığını, ısının etkisi ile domateslerin dokusunu parçaladığını ve oksijen ve ışığa maruz kalan domateslerde likopenin parçalandığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, Sharma ve Maguer (33) dondurularak kurutulmuş ve kabin kurutucuda (25, 50, 75 °C) kurutulmuş domates pulplarının likopen içeriği bakımından aralarında önemli bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Zanoni ve ark., (34) ikiye bölünmüş domateslerin bir pilot tesiste kabin hava kurutucuda 80 ve 110 °C kurutulmuşlardır. Kurutma süresi boyunca 80 °C'de önemli bir likopen kaybı yaşanmadığını, 110 °C de az da olsa (maksimum % 12) bir değişim olduğunu bildirmişlerdir.

Karpuzun  $\beta$ -karoten içerikleri taze olanlarda 10.75±3.22 mg/kg, konveksiyonel kurutulmuş örneklerde 26.54±1.94 mg/kg (2.46 kat artış), dondurularak kurutulmuş örneklerde ise 30.43±9.91 mg/kg (2.83 kat artış) arasında bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Askorbik asit içerikleri taze olanlarda 32.60±0.60 mg/kg iken konveksiyonel kurutulmuşlarda önemli ölçüde azalmış (3.38 katı azalma, 9.63±1.17 mg/kg), dondurularak kurutulmuş ürünlerde, ürün içerisindeki suyun uzaklaştırılmasının da etkisi ile önemli ölçüde artış (7.51 katı artış- 245.13±16.99 mg/kg) tespit edilmiştir. Dondurularak kurutma, suda çözünür vitamin olan askorbik asidin bozulması üzerinde minimal bir etki gösteren düşük sıcaklık işlem olarak bildirilmektedir. Papayanın dondurularak kurutulmasıyla askorbik asidin maksimum derecede korunduğunu bildirmişlerdir (35). Bununla birlikte vitaminlerin korunması gıdanın yapısına göre değiştiği de bildirilmiştir (36).

Kurutulmuş karpuzların bazı duyu özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Renk bakımından tercih

edilen örnek konveksiyonel kurutulmuş örnek olup  $5.06 \pm 2.23$  puan almıştır. Dondurularak kurutulan örneklerin renginin açık olması panelistleri olumsuz yönde etkilemiştir. Tat bakımından en fazla beğenilen örnek dondurularak kurutulmuş örnekler olup  $6.28 \pm 2.45$  puan almıştır. Konveksiyonel kurutmada örneklerin HMF içeriğinin artmış olması örneklerin tadına etki etmiş olabilir. Koku bakımından benzer puanlar almışlardır. Genel izlenimde de yine benzer puanlar almışlardır.

### SONUÇ

Kurutulmuş karpuzun su aktivitesi değerleri konveksiyonel ve dondurularak kurutulanlarda sırasıyla 0.255 ve 0.120 olarak belirlenmiştir. Konveksiyon ile kurutulanlarda enzimatik olmayan değişimler devam ettiğinden daha fazla HMF oluşmuştur. Ancak dondurularak kurutulan örneklerde ise su aktivitesi 0.120 civarında olduğundan oksidatif değişimlere maruz kalarak likopen içeriğinde daha fazla azalmalar tespit edilmiştir. Dondurularak kurutulanlarda örneklerin ölçülen renk değerlerinden  $L^*$  ve  $hue^*$  değerleri artmış,  $a^*$  değeri azalmış ve tazelerine göre en çok renk değişimi dondurularak kurutulmuş örneklerde görülmüştür. Konveksiyonel kurutulmuş örneklerin toplam karotenoid ve HMF içerikleri yüksek bulunmuştur. Askorbik asit içeriklerinde konveksiyonel kurutulanlarda azalma olurken dondurularak kurutulmuş ürünlerde artış tespit edilmiştir. Kurutulmuş karpuzların duyuşal değerlendirmesinde renk bakımından konveksiyonel kurutulmuş örnek olurken tat bakımından en fazla beğenilen dondurularak kurutulmuş örnekler olmuştur.

Kurutulmuş karpuzların rengi daha açılrsa da likopen açısından daha da yoğunlaşmıştır. Dondurularak kurutulan örneklerin rengi tazesine göre çok farklılaşmıştır. Rengin ve likopen içeriğinin korunmasında konveksiyonel kurutma daha etkili olmuştur. Ancak dondurularak kurutulan karpuzlar ise şeklini daha iyi korumuştur.

Çizelge 3. Kurutulmuş Karpuzların Bazı Duyusal Özellikleri  
Table 3. Some Sensory Properties of Dried Watermelon

	Konveksiyonel Kurutulmuş Karpuz Conventional Dried Watermelon	Dondurularak Kurutulmuş Karpuz Freeze Dried Watermelon
Renk <i>Color</i>	$5.06 \pm 2.23$	$3.70 \pm 2.43$
Tat <i>Taste</i>	$4.62 \pm 2.42$	$6.28 \pm 2.45$
Koku <i>Smell</i>	$4.45 \pm 2.40$	$4.70 \pm 3.10$
Genel İzlenim <i>Overall Impression</i>	$5.12 \pm 1.54$	$5.87 \pm 2.50$

### Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde katkı sunan Z. Gözde Çitil, Buket Can ve Z. Abidin Öztürk'e teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

- Anon 2007. Karpuz, Türk Standartları Enstitüsü, TS 1132 Ankara
- Hardenburg RE, Watada AE, Wang CY. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks, USDA *Agricultural Handbook* 66, 130pp, Department of Agriculture, Washington, DC. pp. 12-62.
- FAO 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> ). (Accessed 08 September 2016)
- TÜİK, 2015. Türkiye İstatistikler Kurumu/Bitkisel üretim istatistikleri ([http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001), Accessed 08 Eylül 2015)
- Perkins-Veazie P, Collins JK, Clevidence B. 2007. Watermelons and health. *Acta Horti* 731:121-128.
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G.1996. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic Biol Med* 20(7):933-956.
- Giovannucci E. 1999. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: Review of the epidemiologic literature. *J Natl Cancer* 91: 317-331.
- Rao AV. 2006. Tomatoes, Lycopene and Human Health. Preventing Chronic Diseases, Caledonian Science Press Ltd, Badalona, Spain, pp 39-64.
- Bramley PM. 2000. Is lycopene beneficial to human health? *Phytochemistry*. 54(3):233-236.
- Falade K, Igbeka J, Ayanwuyi F. 2007. Kinetics of mass transfer and color changes during osmotic dehydration of watermelon. *J Food Eng* 80:979-985.

11. Quek S, Chok N, Swedlund P. 2007. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chem Eng Process* 46:386-392.
12. Nguyen M, Schwartz S. 1998. Lycopene stability during food processing. *Exp Biol Med* 218:101-5.
13. Shi J, Maguer ML. 2000. Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. *Crit Rev Food Sci* 40(1):1-42.
14. Marques LG, Silveira AM, Freire JT. 2006. Freeze-drying characteristics of tropical fruits. *Drying Tec* 24, 457-463.
15. Shofian NM, Hamid AA, Osman A, Saari N, Anwar F, Pak Dek MS, Hairuddin MR. 2011. Effect of freeze-drying on the antioxidant compounds and antioxidant activity of selected tropical fruits. *Int J Mol Sci* 12: 4678-4692.
16. AOAC. 1990. Official Method of Analysis, 15<sup>th</sup>. Edition, Washington DC, USA.
17. Lee HS, Castle WS, Coates GA. 2001. High-performance liquid chromatography for the characterization of carotenoids in the new sweet orange (Earlygold) grown in Florida, USA. *J Chromatog A* 913:371-377.
18. Lee HS, Coates G A. 1999. Thermal pasteurization effects on color of red grapefruit juices. *J Food Sci* 64(4):663-666.
19. Gökmen V, Acar J. 1998. An investigation on the relationship between patulin and fumaric acid in apple juice concentrates. *Lebensm-Wiss Technol* 31:480-483.
20. Zappala M, Fallico B, Arena E, Verzera A. 2005. Methods for the determination of HMF in honey: A comparison. *Food Control* 16:273-277.
21. Meléndez-Martínez AJ, Vicario IM, Heredia FJ. 2007. Carotenoids, color and ascorbic acid content of a novel frozen-marketed orange juice. *J Agric Food Chem* 55:1347-1355.
22. Rodriguez-Amaya DB (ed). 2001. A guide to Carotenoid Analysis in Foods. In: *General Procedure and Sources of Errors in Carotenoid Analysis*. ILSI Press, pp.23-31.
23. Altuğ T. 1993. *Duyusal Test Teknikleri*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. Ders Kitapları Yayın No: 28, İzmir, Türkiye, 55s.
24. Maynard DN. (ed) 2001. An introduction to the watermelon. In: *Watermelons: characteristics, production, and marketing*. Alexandria: ASHS Press. pp. 9-20.
25. Saini S, Bains G. 1994. A new method for mechanized production of watermelon seeds and juice. *Indian Food Packer* 2: 55-57.
26. Uddin MB, Nanjundaswamy AM. 1982. Studies on processing of watermelons for juice. *Bangladesh J Sci Ind Res* 17(1/2):80-86.
27. Taper LJ, Mcneil DA, Ritchey SJ. 1985. Yields and nutrient content of selected fresh fruits. *J Am Diet Assoc* 85(6):718-720.
28. Perera CO. 2005. Selected quality attributes of dried foods. *Dry Tec*, 23:717-30.
29. Arocho YD, Bellmer D, Maness N, McGlynn W, Rayas-Duarte P. 2012. Watermelon pomace composition and the effect of drying and storage on lycopene content and color. *J Food Quality* 35(5):331-340.
30. Miers J, Wong F, Harris J, Dietrich W. 1958. Factors affecting storage stability of spray-dried tomato powder. *Food Tec* 10:542-548.
31. Shi J, Maguer ML, Kakuda Y, Liptay A, Niekamp F. 1999. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. *Food Res Int* 32:15-21.
32. Kus S, Gogus F, Eren S. 2005. Hydroxymethylfurfural content of concentrated food products. *Int J Food Prop* 8:367-375.
33. Sharma S K, Lemaguer M. 1996. Kinetics of lycopene degradation in tomato pulp solids under different processing and storage conditions. *Food Res Int* 29(3-4):309-315.
34. Zanoni B, Peri C, Nani R, Lavelli V. 1999. Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. *Food Res Int* 31: 395-401.
35. Hawlader MNA, Perera CO, Tian M, Yeo KL. 2006. Drying of guava and papaya: Impact of different drying methods. *Drying Tec* 24, 77-87.
36. Jayaraman KS, Ramanaja MN, Dhakne YS, Vijayaraghavan PK. 1982. Enzymatic browning in some varieties as related to PPO activity and other endogenous factors. *J Food Sci Tec* 19:181-185.