

## DONDURULARAK KURUTULMUŞ BAZI MEYVE TOZLARININ TOZ ÜRÜN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

S. Nur Dirim, Gülşah Çalışkan\*, Kadriye Ergün

Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

Geliş tarihi / Received: 01.10.2014

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 28.01.2015

Kabul tarihi / Accepted: 31.01.2015

### Özet

Toz gıdalar, uzun raf ömrünün yanı sıra; kolay karışabilme ve doz ayarlama kolaylığı, depolama ve ambalajlama kolaylığı, düşük taşıma maliyeti ve mikrobiyolojik stabilite gibi avantajlarından dolayı gıda formülasyonlarında yaygın olarak tercih edilmektedir. Yapılan bu çalışmada; kivi, ayva ve balkabağının dondurularak kurutulması ve öğütülerek elde edilen toz ürünün özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, parçalanıp püre haline getirilen meyvelere %10 (ağırlıkça) oranında maltodekstrin (10-12 Dekstroz Eşdeğeri (DE)) ilave edilerek, meyve püreleri vakumlu dondurarak kurutucuda (Armfield, FT 33 Vacuum Freeze Drier, İngiltere) kurutulmuştur. Elde edilen meyve püresi tozlarının; bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. En düşük nem içeriği ( $4.20 \pm 0.05$ , yaş bazlı) ve su aktivitesi değeri ( $0.225 \pm 0.00$ ) kivi püresi tozlarında gözlenmiştir. En yüksek C vitamini değeri taze kivi ( $66.30 \pm 0.28$  mg/100g) ve kivi püresi tozunda ( $40.95 \pm 0.51$  mg/100g), en düşük C vitamini değeri taze ayva ( $12.47 \pm 0.73$  mg/100g) ve ayva püresi tozunda ( $10.01 \pm 0.61$  mg/100g) gözlenmiştir. En yüksek ve en düşük yoğunluk değerleri sırasıyla, kivi ( $0.32 \pm 0.01$  g/ml) ve balkabağından ( $0.16 \pm 0.01$  g/ml) elde edilmiştir. Islanabilirlik ( $77.33 \pm 11.30$ s) ve çözünürlük süresi ( $40.50 \pm 0.71$ s) bakımından balkabağı püresi tozu en üstün özellikleri göstermiştir. Balkabağı ve ayva tozlarının yüksek yapışkanlık ve kötü akabilirlik özellikleri gösterdiği gözlenmiştir. Kivi tozlarının ise, yapışkanlık ve akabilirlik davranışları açısından orta düzeyde olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Toz ürün özellikleri, dondurarak kurutma, maltodekstrin, C vitamini, kivi, balkabağı, ayva

## DETERMINATION OF POWDER PROPERTIES OF SOME FREEZE DRIED FRUITS POWDER

### Abstract

Powder products are generally used in the food formulations due to the advantages such as easiness for usage in dry mixture formulations, measuring, storage and packaging, long shelf life, low transportation cost and microbial stability. In this study, it was aimed to determine the powder properties of freeze dried kiwi, quince and pumpkin powders. For this reason, maltodextrin (Dextrose Equivalence of 10-12, as 10 % by weight) was added to the fruit pures and freeze dried in a vacuum freeze drier (Armfield, FT 33 Vacuum Freeze Drier, England). Some physical and chemical properties of fruit powders were determined. The lowest moisture content ( $4.20 \pm 0.05\%$ , wet basis (wb)) and water activity ( $0.225 \pm 0.00$ ) values were obtained from kiwi puree powder. The highest vitamin C content was observed from fresh kiwi ( $66.30 \pm 0.28$  mg/100g) and kiwi puree powder ( $40.95 \pm 0.51$  mg/100g). On the other hand, the lowest vitamin C contents were obtained from fresh quince ( $12.47 \pm 0.73$  mg/100g) and quince puree powder ( $10.01 \pm 0.61$  mg/100g). The highest and lowest bulk density values were observed from kiwi ( $0.32 \pm 0.01$  g/ml) and pumpkin ( $0.16 \pm 0.01$  g/ml), respectively. According to the average wettability ( $77.33 \pm 11.30$ s) and solubility ( $40.50 \pm 0.71$ s) times, pumpkin powder showed better properties compared to the other fruits. Since, pumpkin and quince powders have high cohesiveness and bad flowability properties, kiwi powders were found to be in the medium level for cohesiveness and flowability properties.

**Keywords:** Powder Properties, freeze drying, maltodextrin, Vitamin C, kiwi, pumpkin, quince

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ gulsah.caliskan@ege.edu.tr,

☎ (+90) 232 311 3010,

☎ (+90) 232 342 7592

## GİRİŞ

Toz gıdalar uzun raf ömürlerinin yanı sıra depolama ve ambalajlama kolaylığı, düşük taşıma maliyeti, mikrobiyolojik stabilite, kolay karışabilme ve doz ayarlama kolaylığı gibi avantajları olduğu için tercih edilmektedirler (1, 2). Toz gıdaların fiziksel özellikleri kurutma koşulları ve ürünün özelliklerinden etkilenmekte olup, kullanılacakları sistemin tasarımı, proses kontrolü, depolama ve son ürün kalitesi açısından önemlidir (3). Toz gıdaların özellikleri; partikül özellikleri (partikül büyüklüğü, şekli, dağılımı ve yoğunluğu ve morfolojik özellikler) ve yığın özellikleri (yığın yoğunluğu, akabilirlik, yapışkanlık, batabilirlik, dağılılabirlik, ıslanabilirlik ve çözünürlük) olmak üzere iki grup altında incelenmektedir.

Kivi (*Actinidia deliciosa*), A, B<sub>2</sub>, C (100-400mg C vitamini/ 100 gram) ve E vitaminleri, çeşitli mineraller (kalsiyum, demir, bakır, fosfor, magnezyum ve potasyum), karotenoidler (beta karoten, lutein ve ksantofil), fenolik bileşikler (flavonoidler ve antosiyaninler) ve antioksidan bileşenler yönünden zengin bir meyvedir (4). Kivi; meyve suyu, dondurulmuş gıda, şarap, reçel, marmelat, konserve ve dilimlenerek kurutulmuş ürün gibi birçok şekilde değerlendirilmekte ve ayrıca eti yumuşatma amacıyla da kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak, unlu mamuller, şekerli ürünler, pudingler ve pasta soslarında da kullanılabilir. Balkabağı (*Cucurbita moschata*) karoten, pektin, mineral maddeler (potasyum, fosfor, magnezyum, demir ve selenyum.), vitaminler (B<sub>6</sub>, K, tiamin ve riboflavin), fenolik maddeler ve terpenoidlerce zengindir (5, 6). Ülkemizde genellikle tatlı yapımında kullanılan balkabağı, dünyada çok farklı kullanım alanlarına sahiptir. Genellikle çorba, meyve suyu, kek, reçel, ekmek, makarna ve tart gibi gıdalarda kullanımının yanı sıra; balkabağının kıvam verici, renk maddesi ve lezzet ajanı olarak da kullanıldığı bilinmektedir (7). Ayrıca; balkabağının cips ve kahvaltılık gevreklerde kullanımı üzerine yapılmış çalışmalar literatürde mevcuttur (8). Polifenoller, vitaminler (A, C ve B vitaminleri) ve mineral madde (kalsiyum, demir, fosfor, selenyum, magnezyum ve potasyum) içeriği bakımından zengin bir meyve olan ayva (*Cydonia oblonga*) aynı zamanda yüksek antioksidan aktivite ve lif içermektedir (9). Çeşidine bağlı olarak kekremsi ve buruk bir tada sahip, sert bir meyve olan ayvanın taze meyve olarak tüketimi diğer çekirdekli meyvelere kıyasla daha düşüktür. Bu yüzden daha çok marmelat, reçel, jöle veya kek gibi ürünlerde kullanımı tercih edilmektedir. İyi bir pektin

kaynağı olduğu bilinen ayvanın jelleştirici, kıvam arttırıcı ve stabilize edici özellikleri ona diğer diyet lifi kaynaklarına göre teknolojik açıdan bir üstünlük kazandırmaktadır. Dünya üretimi 340 000 ton olan ayvanın en büyük üreticileri Türkiye, Çin, İran ve Fas'tır (10). TÜİK, 2013 verilerine göre 2013 yılında ülkemizde 139 311 ton ayva üretilmiştir (11). Vitamin, mineral ve antioksidan bileşenlerce zengin gıdaların kurutulmasında bu bileşenlerin korunması önemlidir. Gıdaların biyolojik aktiviteleri, tekstürü, aroması ve besin değerlerinin diğer kurutma yöntemlerine göre daha iyi korunduğu dondurarak kurutma işlemi, vitaminlerin korunması açısından önemlidir (12, 13). Özellikle, kurutulmuş ürünün diğer ürünlerde zenginleştirme amacıyla kullanılması durumunda başlangıç kalitesini koruyan ürünler önem kazanmaktadır. Bu nedenle dondurarak kurutma yöntemi daha çok tercih edilen bir yöntem olmaktadır. Dondurarak kurutma yöntemi, gıdanın yapısından suyun buz formda süblimasyonu olarak tanımlanmaktadır. İşlemin düşük sıcaklıklarda gerçekleşmesi, enzimatik ve enzimatik olmayan kararma reaksiyonlarının minimize edilmesini sağlamaktadır. Bu yöntem sonucu gözenekli içyapıya sahip ürün elde edildiğinden, ürün kolaylıkla rehidre olabilmekte ve büzülme ihmal edilecek kadar az olduğundan ürünün ilk şekli bozulmamaktadır. Kaliteli ürün konusunda tüketici bilincinin artmasıyla birlikte; dondurarak kurutma yöntemi gıda işlemede daha çok kullanılmaktadır. Bu kapsamda, gıda endüstrisinde kurutulan ürünlerin %2 ile %3 kadar dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmaktadır.

Bu çalışmada; yüksek nem içeriği nedeniyle uzun süre depolamalarında bazı zorluklar bulunan kivi, balkabağı ve ayvanın kullanım alanlarını arttırmak amacıyla dondurarak kurutulması ve elde edilen toz ürünün fiziksel özelliklerindeki değişimin incelenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada örnek olarak seçilen kivi ve ayva ülkemizde çiğ olarak tüketilmekte, sınırlı durumlarda ise, ayva, meyve suyu ve komposto olarak işlenmektedir. Balkabağının kullanımı ise neredeyse tümüyle kabak tatlısı yapımındadır. Oysaki yüksek besin bileşenleri ve sağlığa yararları gibi ilave özellikleri dikkate alındığında kullanım olanaklarının çeşitleneceği ve kullanım miktarının çok daha fazla olacağı çok açıktır. Toz formuna getirilmiş bu ürünler kaliteli ve dayanıklı olma özellikleriyle pek çok yeni ve farklı gıda formülasyonunda kendilerine yer bulacaklardır. Ayrıca üretim sezonları dışında da kullanımları mümkün olacaktır. Dondurarak kurutma yönteminin; kuşkonmaz, havuç gibi sebzelere; çilek, mango,

ananas, karpuz, papaya, elma, armut gibi meyvelere; yumurta, bebek mamaları ve askeri yemekler gibi hazır gıdalara uygulandığı pek çok çalışma literatürde mevcuttur. Dondurularak kurutulmuş sebzeler ve bitkiler, ticari olarak genellikle hazır çorba ve pişirmeye hazır kuru ürünlerde; dondurularak kurutulmuş meyveler ise tahıl içerikli kahvaltılık gevreklerde kullanılmaktadır. Elde edilen kivi, balkabağı ve ayva tozlarının; toz içecek karışımlarında, hazır çorbalarda, makarna ve salata soslarında, hazır kek ve kurabiye karışımlarında, süt ürünlerinde ve meyve suyu üretiminde kullanılabileceği düşünülmektedir.

### MATERYAL ve METOT

Kivi, balkabağı ve ayva yerel bir marketten alınıp, kurutma çalışmalarından önce buzdolabı koşullarında (+4 °C) muhafaza edilmiştir. Buzdolabından çıkarıldıktan sonra, yıkanan ve kabuğu soyulan meyveler ev tipi blender kullanılarak (Waring Commercial Blender, ABD) püre haline getirilmiştir. Püre haline getirilen meyvelere %10 oranında maltodekstrin (ağırlık/ağırlık) (10-12 DE, AS Kimya San. ve Dış Tic. Anonim Şti., Türkiye) ilave edilerek manyetik karıştırıcı (Wise Stir, MSH- 20A, Kore) ile homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Hazırlanan püreler kalınlığı 3 mm olacak şekilde petrilere konularak hava üfleli dondurucuda -40 °C' de 2 saat süreyle dondurulmuştur. Dondurulan meyve püreleri; -48 °C' de, 30 °C plaka sıcaklığında 13.33 Pa mutlak basınçlı vakumlu dondurularak kurutucuda (Armfield, FT 33 Vacuum Freeze Drier, İngiltere) 8 saat süreyle kurutulmuştur. Meyve püresi tozlarının partikül boyutunun homojen olması için, petri kaplarında kurutulmuş püreler mutfak tipi bir öğütücüde (Tefal Smart MB450141, Türkiye) sabit hızda 1 dakika süreyle öğütülmüştür.

Meyveler ve dondurularak kurutulmuş meyve püresi tozlarında nem tayini, 70 °C'de vakum etüvde yapılmıştır ve nem miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır (yaş bazlı, yb) (14). Su aktivitesi, 0.001 hassasiyete sahip su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo AG 400, Almanya); renk değerleri (L\*, a\* ve b\*) ise Minolta CR-400, Japonya cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Hesaplamalarda CIE Lab sistem skalası kullanılmıştır. 6 ölçüm yapılarak, bu ölçümlerin ortalama değerleri alınmıştır.

Taze meyveler ve dondurularak kurutulmuş meyve tozlarında C vitamini tayini UV-Vis spektrofotometre ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi ( $y = 0.0217x + 0.0177$   $R^2 = 0.9944$ ) kullanılarak belirlenmiş ve sonuç mg C vitamini/100 g olarak verilmiştir (15). Dondurularak kurutulmuş meyve tozlarında

C vitamini miktarını belirlemek amacıyla toz ürünler başlangıç nem içeriğine sulandırılmıştır.

Yığın (kitle) yoğunluğu ( $\rho_{yığın}$ ) ve sıkıştırılmış yoğunluk ( $\rho_{sıkıştırılmış}$ ) tayini; Jinapong ve ark. (2) yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. İslanabilirlik analizi, 10 gram toz materyalin; 100 ml 25° C'de demineralize su üzerine yayılarak toz materyalin tamamının suyun içine çöktüğü süre olarak belirlenmiştir (16). İki gram meyve püresi tozunun 50 ml 30 °C' deki saf suda sabit hızda manyetik karıştırıcı ile çözülmesi ve tamamen çözüldüğü sürenin saniye olarak kaydedilmesi ile çözünürlük analizi gerçekleştirilmiştir (17). Toz örneklerin akabilirlik ve yapışkanlık değerleri Carr Index (CI) ve Hausner Oranı (HR) değerlerine göre belirlenmiştir (2). CI ve HR değerlerinin hesaplanması için kullanılan eşitlikler sırasıyla eşitlik 1 ve 2'de verilmiştir.

$$CI = \frac{(\rho_{sıkıştırılmış} - \rho_{yığın})}{\rho_{sıkıştırılmış}} \times 100 \quad (1)$$

$$HR = \frac{\rho_{sıkıştırılmış}}{\rho_{yığın}} \quad (2)$$

En az iki paralel olarak gerçekleştirilen analizlerin sonuçları ortalama  $\pm$  standart sapma olacak şekilde kaydedilerek SPSS 16.0 paket programı (SPSS Inc., ABD) ile %95 güven aralığında varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir.

### SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Yapılan ön denemeler sonucunda meyve püreleri için kuruma süresinin 8 saatten daha az olmadığı ve pürelerin kurutma işlemini kolaylaştırıcı bir katkı kullanılmadığı durumda, öğütme öncesinde kuru ürünün yapısında bazı bozulma ve yapışkanlaşmanın olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, yapılan ön deneme çalışmalarında, meyve pürelerinin kurutulmasında % 5, 10, 15 ve 20 oranlarında maltodekstrin kullanılmıştır. Maltodekstrinin %5 oranında kullanıldığı durumda, meyve pürelerinin kuruma süresinin kısılmadığı görülmüştür. Maltodekstrinin % 10, 15 ve 20 oranlarında kullanıldığı durumlarda ise meyve pürelerinin kuruma sürelerinin birbirine yakın olduğu görülmüş ve ürünlerin doğal yapısının korunması açısından en az oran olan %10 oranında maltodekstrin ilavesine karar verilmiştir. Maltodekstrinin suda çözünürlüğünün yüksek olması da taşıyıcı olarak kullanımını önemli hale getirmiştir. Taze meyvelerin ve dondurularak kurutulmuş meyve püresi tozlarının fiziksel özellikleri (yaş bazlı, yb) sırasıyla Çizelge 1 ve 2' de gösterilmiştir. Kivi püresinin başlangıç nem içeriği %81.19 (yb) olarak bulunmuştur. Kaya ve

ark. (18) ve Maskan (19) yaptıkları çalışmada taze kivinin nem içeriğinin sırasıyla %81 ve %81.98 (yb) olduğunu belirtmişlerdir. Akintunde ve Ogunlakin (20) ve Noshad ve ark. (21) taze balkabağının ve ayvanın nem içeriği sırasıyla %91.7 (yb) ve %83.13 (yb) olduğunu belirtmişlerdir. Taze meyveler için bulunan nem değerleri referanslarla uyum içindedir (Çizelge 1). En düşük nem içeriği kivi püresi tozlarında en yüksek nem içeriği ise balkabağı tozlarında gözlenmiştir (Çizelge 2). Kurutma işlemi sonucunda meyvelerden uzaklaşan % nem miktarları; kivi için %94.83, balkabağı için %94.33 ve ayva için %94.67 olarak hesaplanmıştır. Meyvelerde meydana gelen nem kaybı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmaması kurutma işleminin örnekler üzerinde nem uzaklaşması bakımından aynı etkiye sahip olduğunu göstermektedir ( $P>0.05$ ).

Meyve tozlarının su aktivitesi değerleri kurutulmuş ürünlerin depolanması ve işlenmesi sırasında mikrobiyolojik olarak ve oksidatif reaksiyonlara karşı kararlı olduklarını göstermesi açısından önemlidir ( $aw<0.3$ ) (22). En düşük su aktivitesi değeri en düşük nem değerinin de gözlendiği kivi tozlarından elde edilirken en yüksek değer ayva tozlarında gözlenmiştir (Çizelge 2).

Taze meyvelerin ve dondurarak kurutulmuş meyve püresi tozlarının renk değerleri sırasıyla Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Taze kivinin  $L^*$  değeri; 47.37,  $a^*$  değeri -0.67 ve  $b^*$  değeri 17.50

olarak ölçülmüştür. Ancos ve ark. (23) ve Maskan (19) kivinin renk değerlerini ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) sırasıyla 36.01, -12.35 ve 23.03 ve 47.00, -2.20 ve 17.80 olarak ölçmüşlerdir. Sonuçlar Maskan (19)'ın değerleri ile uyum içindedir. Yeşillik değeri daha yüksek bulunmasının meyvenin olgunluk derecesiyle ilgili olabileceği düşünülmektedir. Dondurarak kurutulmuş kivi pürelerinin parlaklık değerinin taze kivinkinden daha yüksek olduğu; kurutma işlemi ve maltodekstrin ilavesinin  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde arttırdığı;  $a^*$  değerini ise istatistiksel olarak önemli ölçüde azalttığı gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). Bulunan sonuçların aksine Maskan (19) yaptığı çalışmada kiviye mikrodalga, sıcak hava ve mikrodalga sıcak-hava kombine yöntemi ile kurutulmuş ve her üç kurutma yönteminde de  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinin azaldığını ve  $a^*$  değerinin arttığını belirtmiştir. Yapılan çalışmada parlaklıkta meydana gelen azalmanın; pigmentlerde meydana gelen bozulma yada enzimatik olmayan esmerleşmeden kaynaklanabileceğini; yeşillik ve sarılık değerlerinde meydana gelen değişmelerin ise; klorofil ve karotenoidlerin dekompozisyonu ve kahverengi pigmentlerin oluşumundan kaynaklanabileceğini belirtilmiştir. Dondurarak kurutma yöntemi uygulaması ve maltodekstrin ( $L^*=98.18\pm0.15$ ,  $a^*=-0.185\pm0.05$  ve  $b^*=2.91\pm0.15$ ) ilavesi, diğer yöntemlerin aksine oksidasyonu engelleyerek meyvenin parlaklığını korumuş hatta bir miktar

Çizelge 1. Taze Meyvelerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri  
Table 1. Some of Physical and Chemical Properties of Fresh Fruits

	Meyveler (Fruits)		
	Kivi (Kiwi)	Balkabağı (Pumpkin)	Ayva (Quince)
Nem İçeriği (yb, %) (Moisture Content (wb, %))	81.19±0.02 <sup>a</sup>	92.34±0.26 <sup>c</sup>	83.92±0.39 <sup>b</sup>
Renk (Color)	$L^*$	47.37±0.35 <sup>a</sup>	75.69±1.53 <sup>b</sup>
	$a^*$	-0.67±0.24 <sup>a</sup>	12.17±0.33 <sup>c</sup>
	$b^*$	17.50±0.29 <sup>a</sup>	31.31 ±0.45 <sup>b</sup>
C Vitamini (Vitamin C) (mg/100g)	66.30±0.28 <sup>c</sup>	20.20±0.07 <sup>b</sup>	12.47±0.73 <sup>a</sup>

<sup>a,c</sup> Farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ( $P<0.05$ )

<sup>a,c</sup> Different letters in the same row indicate significant difference between results ( $P<0.05$ )

Çizelge 2. Dondurarak Kurutulmuş Meyve Püresi Tozlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri  
Table 2. Some of Physical and Chemical Properties of Freeze Dried Fruits Puree Powders

	Meyveler (Fruits)		
	Kivi (Kiwi)	Balkabağı (Pumpkin)	Ayva (Quince)
Nem İçeriği (yb, %) (Moisture Content (wb, %))	4.20±0.05 <sup>a</sup>	5.24±0.97 <sup>c</sup>	4.47±0.13 <sup>b</sup>
Su Aktivitesi (Water Activity)	0.225±0.00 <sup>a</sup>	0.241±0.00 <sup>b</sup>	0.273±0.00 <sup>c</sup>
Renk (Color)	$L^*$	78.12±0.44 <sup>c</sup>	69.74±1.14 <sup>a</sup>
	$a^*$	-6.53±0.12 <sup>a</sup>	12.17±1.02 <sup>c</sup>
	$b^*$	22.08±0.11 <sup>a</sup>	48.16±2.65 <sup>c</sup>
C Vitamini (Vitamin C) (mg/100g)	40.95±0.51 <sup>c</sup>	15.18±0.16 <sup>b</sup>	10.01±0.61 <sup>a</sup>

<sup>a,c</sup> Farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ( $P<0.05$ )

<sup>a,c</sup> Different letters in the same row indicate significant difference between results ( $P<0.05$ )

arttırmıştır. Balkabağının renk değerleri Nawirska ve ark. (12) tarafından elde edilen verilerle uyum içinde bulunmuştur. Araştırmacılar 12 çeşit balkabağının renk değerlerini incelemiş ve L\*, a\* ve b\* değerlerinin 70–82; 2–22 ve 32–49, arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Dirim ve Çalışkan (24) dondurularak kurutulmuş balkabağı püresinin renk değerlerinin (L\*, a\* ve b\*) kurutma işlemi boyunca arttığını ve sırasıyla 76.57, 22.84 ve 47.18 değerlerine ulaştığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmayla kıyaslandığında L\* ve b\* değerlerinin benzer olduğu ancak kırmızılık/yeşillik değerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu fark maltodekstrin ilavesiyle kırmızılık değerinin azalmasından kaynaklanabileceği gibi, balkabakları arasındaki farktan da kaynaklanabilir. Baysal ve ark. (25) yaptıkları çalışmada balkabağı suyunu (L\*=43.32, a\*=36.44 ve b\*=23.42) valsli kurutucuda kurutmuş ve elde edilen balkabağı suyu tozlarının renk değerlerini 30.46 (L\*), 23.69 (a\*) ve 48.22 (b\*) olarak bulmuşlardır. Alibas (26) yaptığı çalışmada balkabağını mikrodalga, sıcak hava ve mikrodalga sıcak-hava kombine yöntemi ile kurutmuş ve her üç kurutma yönteminde de L (22.64- 27.91), a (21.45- 23.94) ve b (12.86- 14.60) değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Goncalvez ve ark. (27) bu durumun yüksek sıcaklıklarda meydana gelen karotenoid degradasyonundan kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada balkabaklarına ısıl işlem uygulanmamış olması ve maltodekstrin kullanılmış olması renk değerlerinde gözlenen farkın nedeni olarak açıklanabilir. Bu çalışmaya benzer bir şekilde Guine ve ark. (28) balkabağını (L\*= 68.97) dondurularak kurutmuşlar ve elde edilen kuru ürünün parlaklık değerinin (L\*= 77.70) arttığını belirtmişlerdir. Que ve ark. (5) dondurularak kurutulmuş balkabağı tozlarının sıcak havayla kurutulmuş balkabağı tozlarına göre daha parlak, daha kırmızı ve daha az yeşil renk içerdiğini ve dondurularak kurutma işlemiyle daha az renk kaybı gözlendiğini belirtmişlerdir. Kivide de gözlendiği gibi balkabağının da dondurularak kurutma işlemi ile L\* ve b\* değerleri artmıştır (P<0.05). Ancak a\* değerinde istatistiksel olarak önemli bir değişim gözlenmemiştir (P>0.05). Dondurularak kurutma işlemi diğer meyvelerin aksine ayvada L\* ve b\* değerlerinde azalışa a\* değerinde ise artışa neden olmuştur. Renk değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05). Ayvada gözlenen parlaklık değerindeki azalmanın işlemler sırasında meydana gelen enzimatik esmerleşmeden dolayı kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Dondurularak kurutulmuş

meyve tozlarının parlaklık değerlerindeki % kayıp incelendiğinde dondurularak kurutma işlemi sonucunda kivi ve balkabağının parlaklık değerlerinin sırasıyla % 64.91 ve % 56.71 oranında arttığı; ayvanın ise % 7.86 oranında azaldığı gözlenmiştir (Çizelge 2). C vitamini değerleri açısından incelenen taze meyve ve meyve püresi tozlarında en yüksek C vitamini değerlerine taze kivi (66.30±0.28mg/100g) ve kivi püresi tozunun (40.95±0.51mg/100g) sahip olduğu gözlenmiştir. En düşük C vitamini değeri ise taze ayva (12.47±0.73 mg/100g) ve ayva püresi tozunda (10.01±0.61 mg/100g) gözlenmiştir. Rop ve ark. (29) 22 farklı genotipe sahip ayvaların C vitamini içeriğinin 41.12 ile 79.31 mg/100g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Vitamin değerleri arasındaki bu farklar, türler arasındaki farktan ve uygulanan analiz yöntemlerinin etkisinden kaynaklanabilir. Kurutma işlemi sonucunda meyvelerde meydana gelen C vitamini kaybı incelendiğinde, % kayıp miktarları kivi için %38.23, balkabağı için %24.85 ve ayva için %19.73 olarak bulunmuştur. Dondurularak kurutma işlemiyle meyvelerde meydana gelen C vitamini kayıpları incelendiğinde; kurutma işleminin her örnek üzerinde farklı oranda etkiye sahip olduğu gözlenmiş ve kurutma işleminin örneklerin C vitamini kaybı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05). Dirim ve Çalışkan (24) dondurularak kurutulmuş balkabağı püresinin C vitamini kaybını %18 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca C vitamini kaybının yalnızca dondurularak kurutma işleminden kaynaklanmadığı, dondurularak kurutma işleminden önce uygulanan kabuk soyma, kesme, parçalama ve dondurma sırasında da C vitamini kaybı meydana geldiği düşünülmektedir. Kaya ve ark. (18) taze kivilerin hava üfleli kurutucuda; farklı kurutma koşullarında (35, 45, 55 ve 65 °C hava sıcaklığı, 0.3, 0.6 ve 0.9 ms<sup>-1</sup> hava hızı ve %40, %55, %70 ve %85 bağıl nem) kurutulması sonucunda C vitamini içeriklerini inceledikleri bir çalışmada; C vitamini içeriğinin sıcaklığın artmasıyla ve bağıl nemin azalmasıyla azaldığını ifade etmişlerdir. Marques ve ark. (30) dondurularak kurutulmuş meyvelerin C vitamininde meydana gelen kayıpların, işlemin düşük sıcaklıkta ve vakum altında gerçekleşmesi nedeniyle diğer yöntemlere oranla daha az olduğunu belirtmiştir. Dondurularak kurutulmuş meyve püresi tozlarının toz özellikleri, kullanılması planlanan gıda sistemlerine uygunlukları açısından önemlidir. Bu özellikler incelendiğinde, ıslanabilirlik ve çözünürlük süresi bakımından balkabağı püresi tozunun en üstün özellikleri gösterdiği gözlenmiştir

(Çizelge 3). Bu sonuçlar değerlendirildiğinde ise sulu gıda karışımları için balkabağı tozunun kullanımının en uygun olduğu söylenebilir.

Belli bir hacme sahip olan paketleme materyali içerisine konulabilecek toz ürün miktarı hakkında bilgi vermesi açısından toz ürünlerin yığın yoğunluğunun belirlenmesi önemlidir (1). Yığın yoğunluğu; toz ürünün nem içeriği, şekli, büyüklüğü ve yoğunluğundan etkilenmektedir. Yığın yoğunluğunun düşük olması paketleme giderlerinin azaltılması ve taşıma kolaylığı açısından önemlidir. Yapılan analizler sonucunda dondurarak kurutulmuş meyve tozlarının yığın yoğunlukları kivi için 0.32; balkabağı için 0.16 ve ayva tozları için 0.20 g/ml olarak bulunmuştur. Dirim ve Çalışkan (24) dondurarak kurutulmuş balkabağı tozunun yığın yoğunluğunu 0.113 g/ml olarak bulmuşlardır. Kuruma işlemi boyunca suyun uzaklaşmasıyla geriye kalan kuru katının yoğunluğu sudan daha yüksek olduğu için, elde edilen son ürünün yoğunluğu artmaktadır (30). Maltodekstrin ilavesiyle balkabağı pulplarında katı kütlede artış meydana geldiği için bulunan sonuçlar arasındaki farkın maltodekstrin ilavesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek ve en düşük sıkıştırılmış yoğunluk değerleri sırasıyla ise, kivi (0.42 g/ml) ve balkabağı (0.25 g/ml) tozlarından elde edilmiştir. Que ve ark. (5) balkabağı dilimlerini (50 x 20 x 10mm) dondurarak (2.3 mbar basınçta ve -50°C - (-45°C) 'de) ve sıcak hava ile (70°C'de 54 saat) kurutmuşlar ve kuru dilimleri blender ile öğütürerek toz elde etmişlerdir. Elde ettikleri balkabağı tozlarının yığın yoğunluğunun sırasıyla dondurarak kurutulmuş tozlar için 0.33 g/ml ve sıcak hava ile kurutulmuş tozlar için 0.59 g/ml olduğunu belirlemişlerdir. Koç ve ark. (31) ayva dilimlerini akışkan yatak kurutucu, tepsili kurutucu, infrared kurutma, ozmotik dehidrasyon ve tepsili kurutucu kombinasyonu ve dondurarak kurutucu ile kurutmuşlar ve en düşük yığın yoğunluğunu dondurarak kurutulmuş dilimlerde gözlerken; en yüksek yığın yoğunluğu değerlerinin ozmotik dehidrasyon ve tepsili kurutucu kombinasyonu ve infrared kurutma yöntemleriyle kurutulan ayva dilimlerinde gözlendiğini belirtmişlerdir. Diğer kurutma yöntemleri ile karşılaştırıldığında dondurarak kurutulmuş ürünlerin gözenekli yapısı toz ürünlerin daha düşük yığın yoğunluğu ve sıkıştırılabilir yoğunluğa sahip olmalarını sağlamakta ve böylece taşıma ve paketleme işlemini kolaylaştırdığı gibi maliyeti azaltmaktadır. Yapılan bir çalışmada dondurarak kurutulmuş %10 maltodekstrin içeren guava ve pitaya tozlarının yığın yoğunlukları sırasıyla 0.37 ve 0.60 g/ml,

sıkıştırılmış yoğunlukları ise sırasıyla 0.57 ve 0.82 g/ml olarak bulunmuştur (32). Bu çalışmada; kivi, ayva ve balkabağı püresi tozlarının sıkıştırılmış yoğunluklarının guava ve pitaya tozlarının sıkıştırılmış yoğunluklarından düşük bulunmasının nedeni, guava ve pitaya tozlarının nem içeriğinin kivi, ayva ve balkabağı püresi tozlarının nem içeriğinden yüksek olması olarak açıklanabilir. Aynı yöntem ve aynı miktarlarda maltodekstrin kullanılarak kurutulan örneklerin yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk değerlerinin istatistiksel olarak farklı olması, bu özelliklerin gıdanın yapısı ve son ürünün nem içeriği gibi faktörlerden etkilendiğini göstermektedir (P<0.05).

Çözünürlük toz ürünlerin rekonstitüsyonu açısından önemli bir kriterdir ve kullanım kolaylığı açısından toz ürünlerin hızlı ve kolay bir şekilde çözünmesi gerekmektedir. Dondurarak kurutulmuş ayva ve balkabağı pürelerinin su içinde yaklaşık 45 saniyede çözüldüğü gözlenmiştir. Mahendran (33) guava konsantresini; püskürtmeli, tünel ve dondurarak kurutucuda kurutmuş ve dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen tozların diğer yöntemlerle kurutulanlara göre daha yüksek oranda çözüldüğünü gözlemlemiştir. Toz gıdaların ıslanabilirliğinin belirlenmesi sıvıyı emebilme yeteneği hakkında bilgi vermektedir. ıslanabilirlik; tanecik büyüklüğüne, yoğunluğuna, porozitesine, yüzey gerilimine, yüzey alanına ve partikülün yüzey aktivitesine bağlıdır (1). Belirtilen fiziksel özelliklerin yanı sıra bir maddenin ıslanabilme yeteneği maddenin yüzeyinde bulunan karbonhidrat, yağ ve protein kompozisyonuna da bağlıdır (34). Ayrıca, Goula ve Adamopoulos (17) son üründe kalan nem miktarının; ürünün yığın yoğunluğu, ıslanabilirlik, akabilirlik ve çözünürlük davranışını etkilediğini belirtmiştir. Ürünlerin kalan nem içeriği; kurutma koşulları ve taşıyıcı konsantrasyonundan önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu nedenle en yüksek nem içeriğine sahip balkabağı tozları diğer meyvelere kıyasla daha kısa sürede ıslanabilme ve çözünebilme özelliği göstermiştir. Kivi tozu ise en düşük nem içeriğine sahip olması nedeniyle daha uzun sürede ıslanabilme ve çözünebilme özelliği göstermiştir. Dirim ve Çalışkan (24) dondurarak kurutulmuş balkabağı tozunun ıslanabilirlik ve çözünürlük sürelerini sırasıyla 710 ve 16 saniye olarak belirlemişlerdir. Araştırmacıların çalışmalarıyla kıyaslandığında balkabağı püresine maltodekstrin ilavesiyle ıslanabilirlik süresinin azaldığı çözünürlük süresinin ise önemli ölçüde arttığı söylenebilir.

Akabilirlik davranışı toz ürünlerin depolanması ve bir yerden başka bir yere taşınması, ayrıca

ekipmanların tasarımı ve dizaynı hakkında bilgi vermektedir (1). Toz gıdaların akabilirlik ve yapışkanlık davranışları nem içeriği ve partikül büyüklüğü gibi faktörlerden etkilenmekte olup sırasıyla Carr Index değeri ve Hausner oranına göre belirlenmektedirler. Toz ürünlerin akabilirliklerinin iyi olması ve yapışkan olmamaları özellikle toz formundaki karışımlar (hazır çorba, puding vb.) için önemlidir. Balkabağı ve ayva tozları yüksek yapışkanlık ve kötü akabilirlik özellikleri gösterdiği gözlenmiş ve kivi tozlarının ise, yapışkanlık ve akabilirlik davranışları açısından orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Toz ürünlerin yapışkanlık ve akabilirlik davranışı bakımından istatistiksel olarak farklı davranış sergilediği gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). Dirim ve Çalışkan (24) dondurarak kurutulmuş balkabağı tozunun akabilirlik ve yapışkanlık değerleri orta seviye olarak belirlenmişlerdir. Zea ve ark. (32) yaptıkları çalışmada dondurarak kurutulmuş %10 MD içeren guava ve pitaya tozlarının Hausner oranı ve Carr Index değerlerini sırasıyla 1.37 ve 27.19 ve 1.53 ve 34.87 olarak bulmuşlardır.

## SONUÇ

Bu çalışmada; gıda formülasyonlarında kullanılabilme amacıyla, taze meyvenin besin, aroma ve vitamin özelliklerinin en iyi şekilde korunduğu bir kurutma yöntemi olan dondurarak kurutma yöntemiyle taze meyveler kurutulmuş toz forma getirilmiş ve toz ürün özellikleri incelenmiştir. Meyve tozlarının nem içeriği ve su aktivitesi değerleri güvenli depolama için uygun sınırlarda bulunmuştur. Toz ürünlerde meydana gelen C vitamini kaybı %20 ile %40 arasında değişmektedir. Elde edilen toz ürünlerin su içinde kolayca çözünmediği ve ıslanabildiği gözlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Koç M, Koç B, Kaymak-Ertekin F. 2011. Toz Gıdaların Fiziksel Karakterizasyon Özellikleri. *Akademik Gıda*, 9:4, 60-70.
- Jinapong N, Suphantharika M, Jamnong P. 2008. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *J Food Eng*, 84, 194-205.
- Martinelli L, Gabas AL, Romero JT. 2007. Thermodynamic and quality properties of lemon juice powder as affected by maltodextrin and arabic gum. *Drying Technol*, 25, 2035-2045.
- Cassano A, Figoli A, Tagarelli A, Sindona G, Driol E. 2006. Integrated membrane process for the production of highly nutritional kiwi fruit juice. *Desalination*, 189, 21-30.
- Que F, Mao L, Fang X, Wu T. 2008. Comparison of Hot Air- Drying and Freeze-Drying on the Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) Flours. *Int J Food Sci Technol*, 43:1195-1201.
- Wang J, Wang JS, Yu Y. 2007. Microwave Drying Characteristics and Dried Quality of Pumpkin. *Int J Food Sci Technol*, 42:148-156.
- El-Adawy TA, Taha KM. 2001. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. *J Agric Food Chem*, 49(3): 1253-1259.
- Norfezah MN, Hardacre A, Brennan CS. 2011. Comparison of Waste Pumpkin Material and Its Potential Use in Extruded Snack Foods. *Food Sci Technol Int*, 17:367.
- Trigueros L, Pérez-Alvarez JA, Viuda-Martos M, Sendra, E. 2011. Production of low-fat yogurt with quince (*Cydonia oblonga* Mill.) scalding water. *LWT - Food Sci Technol*, 44(6): 1388-1395.

Çizelge 3. Dondurarak Kurutulmuş Meyve Püresi Tozlarının Toz Ürün Özellikleri  
Table 3. Powder Properties of Freeze Dried Fruits Puree Powders

	Meyveler (Fruits)		
	Kivi (Kiwi)	Balkabağı (Pumpkin)	Ayva (Quince)
Islanabilirlik (saniye) ( <i>Wettability (second)</i> )	186.00±0.71 <sup>c</sup>	77.33±11.30 <sup>a</sup>	107.50±0.71 <sup>b</sup>
Çözünürlük (saniye) ( <i>Solubility (second)</i> )	290.00±47.78 <sup>c</sup>	40.50±0.71 <sup>a</sup>	49.00±1.41 <sup>b</sup>
Yığın Yoğunluğu (g/ml) ( <i>Bulk Density (g/ml)</i> )	0.32±0.01 <sup>c</sup>	0.16±0.01 <sup>a</sup>	0.20±0.01 <sup>b</sup>
Sıkıştırılmış Yoğunluk (g/ml) ( <i>Tapped Density (g/ml)</i> )	0.42±0.02 <sup>c</sup>	0.25±0.01 <sup>a</sup>	0.34±0.03 <sup>b</sup>
Akabilirlik ( <i>Flowability</i> )	24.04±2.87 <sup>a</sup>	34.20±1.50 <sup>b</sup>	40.00±0.54 <sup>c</sup>
(Carr Index, CI)	(Orta) ( <i>Fair</i> )	(Orta) ( <i>Fair</i> )	(Kötü) ( <i>Bad</i> )
Yapışkanlık ( <i>Cohesiveness</i> )	1.32±0.05 <sup>a</sup>	1.52±0.03 <sup>b</sup>	1.67±0.01 <sup>c</sup>
(Hausner Ratio, HR)	(Orta) ( <i>Intermediate</i> )	(Yüksek) ( <i>High</i> )	(Yüksek) ( <i>High</i> )

<sup>a-c</sup> Farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ( $P<0.05$ )

<sup>a-c</sup> Different letters in the same row indicate significant difference between results ( $P<0.05$ )

10. Wojdylo A, Teleszko M, Oszmianski J. 2014. Physicochemical characterisation of quince fruits for industrial use: yield, turbidity, viscosity and colour properties of juices. *International J Food Sci Tech*, 49, 1818-1824.
11. TÜİK. 2013. Bitkisel Üretim İstatistikleri. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) (Erişim Tarihi: 19.01.2015).
12. Nawirska A, Figiel A, Kucharska AZ, Letowska AS, Biesiada A. 2009. Drying kinetics and Quality Parameters of Pumpkin Slices Dehydrated Using Different Methods. *J Food Eng*, 94:14-20.
13. Shofian NM, Hamid AA, Osman A, Saari N, Anwar F, Dek MSP, Hairuddin MR. 2011. Effect of Freeze-Drying on the Antioxidant Compounds and Antioxidant Activity of Selected Tropical Fruits. *Int J Molecular Sci*, 12:4678-4692.
14. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17<sup>th</sup> Edition, Gaithersburg, MD, USA.
15. Cemeroglu B. 2007. Gıda Analizleri, Cemeroglu B (Editör), Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, 129-144.
16. Gong Z, Zhang M, Mujumdar AS, Sun J. 2008. Spray drying and agglomeration of instant bayberry powder. *Drying Technol*, 26, 116-121.
17. Goula AM, Adamopoulos KG. 2008. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. powder properties. *Drying Technol*, 26 (6):726-737.
18. Kaya A, Aydın O, Kolaylı S. 2010. Effect of different drying conditions on the vitamin C (ascorbic acid) content of Hayward kiwifruits (*Actinidia deliciosa Planch*). *Food Bioprod Process*, 88:165-173.
19. Maskan M. 2001. Kinetics of Colour Change of Kiwifruits During Hot Air and Microwave Drying. *J Food Eng*, 48, 169-175.
20. Akintunde TYT, Ogunlakin GO. 2011. Influence of Drying Conditions on the Effective Moisture Diffusivity and Energy Requirements during the Drying of Pre-treated and Untreated Pumpkin. *Energy Convers Manage*, 52:1107-1113.
21. Noshad M, Mohebbi M, Shahidi F, Mortazavi SA. 2012. Kinetic modeling of rehydration in air-dried quinces pretreated with osmotic dehydration and ultrasonic. *J Food Process Pres*, 36, 383-392.
22. Quek SY, Chok NK, Swedlund P. 2006. The physicochemical Properties of Spray- Dried Watermelon Powders. *Chem Eng Prog*, 46:386-392.
23. Ancos B, Cano MP, Hernandez A, Monreal M. 1999. Effects of microwave heating on pigment composition and colour of fruit purees. *J Sci Food Agri*, 79:663-670.
24. Dirim SN, Çalışkan G. 2012. Determination of the Effect of Freeze Drying Process on the Production of Pumpkin (*Cucurbita Moschata*) Puree Powder and the Powder Properties. *GIDA*, 37 (4):203-210.
25. Baysal T, Ergün AR, Bozkır H, Gedik SK, Özer MB, Demir E. 2013. Valsli kurutmayla üretilen havuç ve balkabağı suyu tozlarının kalite özellikleri. *Akademik Gıda*, 11 (3-4) 27-32.
26. Alibas I. 2007. Microwave, Air and Combined Microwave–Air-Drying Parameters of Pumpkin Slices. *LWT- Food Sci Technol*, 40:1445-1451.
27. Goncalves EM, Pinheiro J, Abreu M, Brandão TRS, Silva CLM. 2007. Modelling the kinetics of peroxidase inactivation, colour and texture changes of pumpkin (*Cucurbita maxima L.*) during blanching. *J Food Eng*, 81, 693-701.
28. Guiné RPF, Barrocab MJ. 2012. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). *Food Bioprod Process* 9 0, 58-63.
29. Rop O, Bal k J, Rezn cek V, Jur ková T, Skardová P, Salas P, Sochor P, Mlcek J, Kramárova D. 2011. Chemical Characteristics of Fruits of Some Selected Quince (*Cydonia oblonga Mill.*) Cultivars. *Czech J Food Sci*, 29, 1: 65-73.
30. Marques LG, Silveira AM, Freire JT. 2006. Freeze-drying characteristics of tropical fruits. *Drying Technol*, 24, 457-463.
31. Koc B, Eren I, Kaymak-Ertekin F. 2008. Modelling bulk density, porosity and shrinkage of quince during drying: The effect of drying method. *J Food Eng*, 85, 340-349.
32. Zea LP, Yusof YA, Aziz MG, Ling CN, Amin NAM. 2013. Compressibility and dissolution characteristics of mixed fruit tablets made from guava and pitaya fruit powders. *Powder Technol*, 247, 112-119.
33. Mahendran T. 2010. Physico-chemical properties and sensory characteristics of dehydrated guava concentrate: Effect of drying method and maltodextrin concentration. *Trop Agri Res Extension*, 13, 48-54.
34. Fang Y, Selomulya C, Chen XD. 2008. On measurement of food powder reconstitution properties. *Drying Technol*, 26, 3-14.