

KURUTMA YARDIMCI MADDELERİNİN DONDURARAK KURUTULMUŞ TAFLAN TOZLARININ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

S. Nur Dirim, Meryem Talih*

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Bornova, İzmir

Geliş / Received: 14.12.2017; Kabul / Accepted: 18.03.2018; Online baskı / Published online: 24.04.2018

Dirim, S.N., Talih, M. (2018). Kurutma yardımcı maddelerinin dondurarak kurutulmuş taflan tozlarının özellikleri üzerine etkisi. *GIDA* (2018) 43 (3): 461-475 doi: 10.15237/gida.GD17109

Dirim, S.N., Talih, M. (2018). The effects of drying agents on properties of freeze dried cherry laurel powders. GIDA (2018) 43 (3): 461-475 doi: 10.15237/gida.GD17109

ÖZ

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda kurutma yardımcı maddeleri içeren taflan püresinin dondurularak kurutulması ve elde edilen taflan tozlarının özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla; taflan püresine gam arabik, peyniraltı suyu tozu ve maltodekstrin (%5, 15 ve 25m/m, km'de) ilave edilerek, dondurarak kurutucuda kurutulmuştur. Katkısız taflan tozunun nem içeriği %7.71 ve su aktivitesi değeri 0.250 olarak belirlenmiş; katkılı tozlarda ise en düşük nem içeriği %25 maltodekstrin katkılı (%3.16), en düşük su aktivitesi değeri ise %25 gam arabik katkılı (0.220) taflan tozlarında ölçülmüştür. Yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri sırasıyla 99.75-242.85kg/m³ ve 136.06-329.11kg/m³ aralığında değişmiştir. Taflan tozlarında en düşük ıslanabilirlik süresinin 2.82sn, en yüksek sürenin ise 35.47sn olduğu gözlenmiştir. Taflan tozlarının dağılılabirlik ve higroskopite değerleri sırasıyla %66.05-82.42 ve %2.05-7.17 arasında değişmektedir. Taflan tozlarının morfolojisi incelendiğinde, plaka şeklinde oldukları ve maltodekstrin katkılı örneğin en pürüzsüz yapıda olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Taflan, dondurarak kurutma, kurutma yardımcı maddeleri, toz ürün özellikleri, morfolojik yapı

THE EFFECTS OF DRYING AGENTS ON PROPERTIES OF FREEZE DRIED CHERRY LAUREL POWDERS

ABSTRACT

In this study, the aim was drying of cherry laurel puree containing drying agents in different concentrations and to determine the properties of the obtained powders. Gum arabic, whey powder and maltodextrin were added to puree with the ratio of 5, 15 and 25% (w/w, dry basis, db) and dried in a vacuum freeze drier. The moisture content and water activity values of the plain powder were measured as 7.71% and 0.250, respectively, and the minimum moisture content and water activity values were 3.16% (25% maltodextrin) and 0.220 (25%gum arabic) respectively. The bulk and tapped density values ranged between 99.75-242.85kg/m³ and 136.06-329.11kg/m³. The lowest wettability time was 2.82s and the highest was 35.47s. The dispersibility and hygroscopicity values of the powders are changing between 66.05-82.42% and 2.05-7.17% respectively. The morphological inspection showed that the cherry laurel powders had flake shape the powders with maltodextrin had the smoothest surface.

Keywords: Cherry laurel, freeze drying, drying agents, powder properties, morphological inspection

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉meryem_talih07@hotmail.com,

☎(+90) 232 311 3032

☎(+90) 232 311 4831

GİRİŞ

Taflan (*Laurocerasus officinalis* Roem.); karayemiş, laz kirazı gibi çok farklı isimlerle de adlandırılan Rosaceae familyasında bulunan bir meyvedir (Baytop, 2001). Taflanın yapısında aromatik bileşikler, mineral maddeler, rulaurososin (glikozit), tanen, şeker ve kalsiyum oksalat bulunmaktadır (Orhan ve Akkol, 2011). Rengi ve şeklinden dolayı kiraza benzeyen taflan olgunlaşma durumuna bağlı olarak kırmızı veya koyu mor renkli olmaktadır. Yabani türleri buruk tada sahip olmalarından dolayı çok tercih edilmese de aşılınmış türleri büyük ve tatlı olduğu için daha fazla tüketilmektedir (Ayaz vd., 1997; Kolaylı vd., 2003).

Taze ve kurutulmuş olarak tüketilebilen taflan; reçel, marmelat, meyve suyu, pekmez ve turşu yapımında kullanılmakta, ayrıca taflanın yaprakları da çay olarak tüketilebilmektedir (Orhan ve Akkol, 2011). Taflanın bu kullanım olanaklarına ek olarak meyvesi ve sapsı Türkiye’de geçmiş yıllardan bu yana halk arasında mide ülseri, hemoroit, egzama, bronşit ve sindirim sistemi hastalıklarının tedavisi amacıyla da kullanılmaktadır (Baytop, 2001). Ülkemizde yaygın olarak Karadeniz Bölgesi’nde yetişmekte olan taflan, kısa bir zaman diliminde hasat edildiği için halk arasında yaygın olarak bilinmemektedir (İslam, 2002).

Yüksek nem içeriğine sahip olan taze meyve ve sebzeler, hasat edildikten sonra canlılıklarını belirli bir süre daha devam ettirmektedir. Bu yüzden muhafaza koşullarının uygun olmadığı durumlarda ürünler hızlı bir şekilde bozulabilmektedir. Gıdaların hasat sonrası hızlı şekilde bozulmalarının önlenmesi ve dayanıklılıklarının artırılması için birçok muhafaza yöntemine başvurulmaktadır. Bu yöntemlerden en yaygın kullanılanı gıdaların kurutulmasıdır. Gıdaların kurutulmasında; güneşte kurutma, mikrodalga kurutma, püskürterek kurutma, dondurarak kurutma gibi farklı kurutma yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Kurutma işlemi gıdaların mevsimi dışında da kullanılabilmesini sağlamakta, ayrıca taze ürünün kullanılmasına alternatif bir kullanım olanığı yaratmaktadır. Kurutma yöntemlerinden

bazılarında gıdalar yüksek ısıya maruz kaldıkları için vitamin, mineral, antioksidan gibi değerli bileşenlerinin önemli bir kısmını kaybetmektedir. Dondurarak kurutma işlemi ise düşük sıcaklıklarda gerçekleştiğinden dolayı gıdaların yapısındaki değerli bileşenler en az kayba uğramakta ve taze ürüne en yakın özelliklere sahip ürün eldesi sağlanmaktadır. Dondurarak kurutma işlemi, gıdaların yapısında bulunan suyun katı forma dönüştürüldükten sonra süblimasyonu ilkesine dayanmaktadır. Bu yöntemle kurutulan ürünlerin yapısında daha az değişiklik meydana gelmekte olup, ürünlerin şekli korunmakta ve hacim kaybı oluşumu engellenmektedir (Ratti, 2001). Literatürde yapılan araştırmalar sonucunda gıdaların dondurarak kurutulması üzerine yapılan birçok çalışmanın bulunduğu saptanmıştır. Bunlardan bazıları; elma kabuğu (Henriquez vd., 2012), kestaneli yoğurt (Dirim vd., 2014), kimchi (Eun vd., 2016), erik (Michalska vd., 2016) ve karpuzun (Akyıldız vd., 2017) kurutulması olarak sıralanabilir. Dondurarak kurutma işleminde gıdalar bütün olarak, dilimlenerek ya da püre haline getirilerek kurutulmakta ve kuru ürünler de şekillerini koruyarak bütün halinde ya da öğütülerek toz formda tüketilebilmektedir. Kuru gıdaların toz formuna getirilmesi gıdaların taşınması, ambalajlanması ve depolanması gibi işlemleri kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, son yıllarda doğal maddelere olan ilginin artmasıyla birlikte gıdalara renk ve aroma verici madde olarak gıda tozları ilave edilmektedir.

Yapılan bu çalışmada, dondurarak kurutma yöntemiyle taflan tozu elde edilmesi ve kurutma yardımcı maddeleri kullanılarak elde edilen taflan tozlarının özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, dondurarak kurutma işlemiyle taflan tozlarının yapısal özelliklerinde meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla morfolojik yapıları incelenmiştir. Elde edilen taflan tozlarının çeşitli özelliklerinin belirlenmesi ile farklı gıda formülasyonlarında kullanım olanakları da belirlenmiş olacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Olgun taflan meyveleri Kocaeli’nde yerel bir marketten temin edilmiştir. Sap ve yapraklarından ayrılan meyveler yıkandıktan sonra çekirdekleri

çıkarılmış ve ev tipi öğütücü (Tefal Smart, MB450141, 400W, Türkiye) yardımıyla püre haline getirilmiştir. Taflanın kurutulmasında kullanılacak olan kurutma yardımcı maddelerinin miktarlarının belirlenmesi amacıyla ilk olarak taflan püresinin kuru madde içeriği 70°C'deki vakumlu etüv yardımıyla (Nüve, Ev 018, Türkiye) belirlenmiştir. Nem içeriği belirlenen taflan püresine kuru maddesinin %5, 15 ve 25'i oranlarında gam arabik (Tito, Türkiye), peyniraltı suyu tozu (Tito, Türkiye) ve maltodekstrin (Dekstroz eşdeğeri (DE) 4-5) (Alfasol, Türkiye) ilavesi yapıldıktan sonra ürün kalınlığı 3mm olacak şekilde metal petrilere homojen şekilde yayılmıştır. Kurutma işlemi öncesi hazırlanan örnekler -24°C'deki hava akımlı dondurucuda (Vestel, 2451, Türkiye) 2 saat süreyle dondurulmuştur. Kurutma işlemi pilot ölçekli dondurarak kurutucuda (Armfield, FT 33 Vacuum Freeze Drier, İngiltere) -48°C kondansör sıcaklığı, +10°C plaka sıcaklığı ve 13.33Pa mutlak basınçta, ön denemelerle belirlenmiş kuruma süresi olan 8 saatte gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemi sonucunda elde edilen kurutulmuş ürün ev tipi öğütücü yardımıyla (Tefal Smart, MB450141,

400W, Türkiye) 1 dakika öğütülerek toz forma getirilmiştir. Taflan tozları analizleri yapılacağı güne kadar ısı ile kapatılmış alüminyum polietilen (ALPE) ambalajlarda oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Nem tayini, su aktivitesi ve renk analizi

Kurutma yardımcı maddeleri, taflan püresi ve tozlarında gerçekleştirilen nem tayini AOAC (2000) metoduna göre belirlenmiştir (% , yaş bazlı, yb). Su aktivitesi değeri, 0.001 hassasiyete sahip su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo AG 400, Almanya); renk değerleri (L* (parlaklık), a* (yeşillik/kırmızılık) ve b* (mavilik/sarıklık)) renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Chroma Meter CR-400, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Renk değerlerinin belirlenmesinde CIE Lab sistem skalası kullanılmış olup örneklerde 6 ölçüm yapılarak, bu ölçümlerin ortalama değerleri alınmıştır. Ayrıca toplam renk değerleri derecesi (ΔE), Kroma ve esmerleşme derecesi eşitlikler (1-4) kullanılarak hesaplanmıştır (Demirhan ve Özbek, 2011);

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$\text{Kroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

$$\text{Esmerleşme Derecesi} = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17} \quad (\text{Eşitlik 3})$$

$$x = \frac{(a^* + 1.75L^*)}{(5.645L^* + a^* - 3.01b^*)} \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Tozların yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, akabilirlik ve yapışkanlık özellikleri

Toz ürünlerin yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu analizleri; Chegini ve Ghobadian (2005) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Toz örneklerin akabilirlik ve yapışkanlık değerleri

Carr indeks (Carr Index, CI) ve Hausner oranı (Hausner Ratio, HR) değerlerine göre belirlenmiştir (Jinapong vd., 2008). CI ve HR değerleri, yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri kullanılarak Eşitlik 5 ve 6'ya göre hesaplanmıştır.

$$CI = \frac{(\rho_{\text{sıkıştırılmış yığın}} - \rho_{\text{yığın}})}{\rho_{\text{sıkıştırılmış yığın}}} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 5})$$

$$HR = \frac{\rho_{\text{sıkıştırılmış yığın}}}{\rho_{\text{yığın}}} \quad (\text{Eşitlik 6})$$

Islanabilirlik süresi ve dağılıbilirlik özellikleri
Islanabilirlik süresi; 10g toz ürünün, 100ml 25°C'de demineralize su üzerine yayılarak tamamının suyun içine çökmesinin sağlandığı süre olarak belirlenmiştir (Gong vd., 2008). Dağılıbilirlik değeri; 1g toz ürünün, 25°C'deki 10ml saf suda 15sn süreyle karıştırılıp 212µm'lik elekten süzülmesi sonucunda elde edilen süzüntüden 1ml alınıp 105±1°C'deki etüvde 4 saat süreyle bekletilmesiyle hesaplanmıştır (Gong vd., 2008).

Higroskopite değeri ve kekleşme derecesi
Toz ürünlerin higroskopite değerleri Cai ve Corke (2000) metodunda çeşitli modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, 1g toz örnek %75.3 doymuş neme sahip ortamda 1 hafta boyunca bekletilmiştir. Higroskopite değeri Eşitlik 7 kullanılarak hesaplanmıştır. Eşitlikte bulunan; b, toz ürünün ağırlığındaki artış miktarını (g); a, toz ürün miktarını (g); W_i , ölçümden önce toz üründe bulunan serbest su miktarını temsil etmektedir.

$$\text{Higroskopite değeri (\%)} = \frac{\frac{b}{a} + W_i}{\frac{b}{a} + 1} \quad (\text{Eşitlik 7})$$

Kekleşme derecesi ölçümü için, higroskopite ölçümünden sonra elde edilen yaş örnek 105°C ve 50mmHg'de kurutulduktan sonra 450µm açıklıklı elekten geçirilmiştir. Kekleşme derecesi değeri Eşitlik 8 kullanılarak belirlenmiştir. Eşitlikteki c, elek üstünde kalan ürün miktarını (g); d, toplam toz miktarını (g) temsil etmektedir (Jaya ve Das, 2004).

$$\text{Kekleşme derecesi (\%)} = \frac{c}{d} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 8})$$

Taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope (SEM)) ile taflan tozlarının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi

Taflan tozlarının yapısal özelliklerinin incelenmesi amacıyla, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Merkez

Araştırma Laboratuvarında bulunan taramalı elektron mikroskobu (SEM, 3kV voltajda, Carl Zeiss 300 VP, Almanya) yardımıyla +(SEM) görüntüleri belirlenmiştir. SEM görüntülerinin elde edilmesinde öncelikli olarak çift tarafı yapışkan olan bant üzerine taflan tozları yapıştırılmıştır. Görüntülerin daha ayrıntılı ve net olmasını sağlamak için püskürtme akımı 20mA ve püskürtme süresi 60sn olan kaplama cihazında (Quorum, Q150 RES, Almanya) taflan tozları altın ile kaplanmıştır. Taflan tozlarının farklı oranlarda büyütülmüş SEM görüntüleri (500-5000x) elde edilmiştir.

İstatistiksel analiz

En az iki paralel olarak gerçekleştirilen analizlerin sonuçları ortalama ± standart sapma olacak şekilde verilmiştir. Bu amaçla SPSS 16.0 paket programı (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ile %95 güven aralığında varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yardımıyla da gruplar arasındaki farklar test edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada taflan püresinin kurutulmasında dondurarak kurutma tekniğinin verimli olarak kullanılabilmesi saptanmıştır. Dondurarak kurutma işlemi sonucunda elde edilen katkısız ve katkılı taflan tozlarının özellikleri incelenerek, depolama ve taşıma gibi işlemler için kullanılabilir ürün özelliklerinin belirlenmesi sağlanmıştır.

Gıdaların sahip olduğu fiziksel özellikler, ürünlerin muhafazasında dikkat edilen önemli parametrelerden biridir. Dondurarak kurutma işleminde elde edilen katkılı taflan tozlarının özelliklerinin değerlendirilmesinde, kullanılan kurutma yardımcı maddelerinin özellikleri de önemli bir etkidir. Bu nedenle taflan tozlarının özelliklerinin belirlenmesinde gerçekleştirilen analizler kurutma yardımcı maddeleri için de gerçekleştirilmiştir. Kurutma yardımcı maddelerinin ve taflan tozlarının nem içeriği, su aktivitesi ve renk değerleri sırasıyla Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Kurutma maddelerinin taflan tozları özelliklerine etkisi

Çizelge 1. Kurutma yardımcı maddelerinin özellikleri
Table 1. The properties of the drying agents

Kurutma Yardımcı Maddeleri (Drying Agents)	Nem İçeriği (Moisture Content) (%)	Su Aktivitesi (Water Activity) (a _w)	Renk Değerleri (Color Values)		
			L*	a*	b*
Gam Arabik (Gum Arabic)	8.35 ± 0.29	0.473 ± 0.006	96.97 ± 0.02	1.99 ± 0.03	9.42 ± 0.08
Peyniraltı Suyu Tozu (Whey Powder)	5.21 ± 0.17	0.382 ± 0.008	93.93 ± 0.52	-4.42 ± 0.26	22.54 ± 0.24
Maltodekstrin (Maltodextrin)	4.87 ± 0.16	0.429 ± 0.016	96.46 ± 0.53	-0.15 ± 0.03	0.45 ± 0.05

Çizelge 2. Taflan tozlarının özellikleri
Table 2. The properties of cherry laurel powders

Örnekler (Samples)	Nem İçeriği (Moisture Content) (%)	Su Aktivitesi (Water Activity) (a _w)	Renk Değerleri (Color Values)				Kroma Değeri (Croma Values)	Esmerleşme Derecesi (Browning Index)
			L*	a*	b*	ΔE		
Katkısız (Plain)	7.71 ± 0.03	0.250 ± 0.001	45.08 ± 0.02	20.54 ± 0.02	3.15 ± 0.01	17.73 ± 0.05	20.78 ± 0.12	37.91 ± 0.25
Gam Arabik (Gum Arabic)	%5 ± 0.35 ^{bC}	0.290 ± 0.001 ^{cC}	45.43 ± 0.35 ^{bA}	17.02 ± 0.52 ^{aA}	7.42 ± 0.26 ^{aA}	17.92 ± 0.12 ^{aA}	18.57 ± 0.25 ^{aA}	53.34 ± 0.24 ^{bC}
	%15 ± 0.08 ^{aA}	0.257 ± 0.012 ^{aB}	46.87 ± 0.23 ^{aB}	17.30 ± 0.50 ^{cA}	8.34 ± 0.60 ^{aA}	19.59 ± 0.25 ^{aB}	19.01 ± 0.40 ^{bA}	45.18 ± 0.25 ^{cB}
	%25 ± 0.47 ^{bB}	0.220 ± 0.026 ^{aA}	47.12 ± 0.03 ^{aB}	19.11 ± 0.04 ^{cB}	10.50 ± 0.26 ^{bB}	20.89 ± 0.05 ^{aC}	21.80 ± 0.15 ^{bB}	43.73 ± 0.12 ^{bA}
Peyniraltı Suyu Tozu (Whey Powder)	%5 ± 0.45 ^{aB}	0.248 ± 0.001 ^{aA}	43.49 ± 0.18 ^{aA}	19.52 ± 0.17 ^{bB}	10.85 ± 0.12 ^{cB}	17.97 ± 0.20 ^{aA}	22.33 ± 0.10 ^{cC}	59.73 ± 0.25 ^{cB}
	%15 ± 0.15 ^{bA}	0.253 ± 0.006 ^{aA}	50.77 ± 0.09 ^{cB}	14.97 ± 0.01 ^{aA}	10.43 ± 0.03 ^{bA}	23.78 ± 0.05 ^{cB}	18.85 ± 0.12 ^{bB}	43.68 ± 0.13 ^{bA}
	%25 ± 0.27 ^{bA}	0.247 ± 0.006 ^{aA}	50.90 ± 0.06 ^{cB}	14.95 ± 0.02 ^{aA}	10.43 ± 0.01 ^{bA}	23.90 ± 0.04 ^{cB}	18.23 ± 0.05 ^{aA}	43.54 ± 0.08 ^{bA}
Maltodekstrin (Maltodextrin)	%5 ± 0.03 ^{aC}	0.273 ± 0.005 ^{bA}	46.35 ± 0.31 ^{cA}	19.52 ± 0.28 ^{bB}	8.95 ± 0.15 ^{bA}	19.73 ± 0.32 ^{bA}	21.48 ± 0.42 ^{bB}	50.49 ± 0.34 ^{aB}
	%15 ± 0.16 ^{aB}	0.267 ± 0.021 ^{aA}	49.29 ± 0.37 ^{bB}	15.75 ± 0.30 ^{bA}	8.62 ± 0.19 ^{aA}	21.83 ± 0.25 ^{bB}	17.95 ± 0.32 ^{aA}	41.51 ± 0.40 ^{aA}
	%25 ± 0.03 ^{aA}	0.270 ± 0.01 ^{bA}	50.11 ± 0.21 ^{bC}	15.50 ± 0.07 ^{bA}	8.84 ± 0.07 ^{aA}	22.67 ± 0.15 ^{bC}	17.84 ± 0.20 ^{aA}	41.01 ± 0.25 ^{aA}

^{a-c} Aynı konsantrasyon yüzdesinde farklı kurutma yardımcı maddeleri arasındaki farkı gösterir (P < 0.05)

^{A-C} Aynı kurutma yardımcı maddelerinin farklı konsantrasyonları arasındaki farkı gösterir (P < 0.05)

^{a-c} Indicates the difference between different drying agents at the same concentration percentage (P < 0.05)

^{A-C} Indicates the difference between different concentrations in the same drying agents (P < 0.05)

Gıdaların muhafazasında dikkat edilmesi gereken özelliklerden en önemlisi ürünlerin sahip olduğu nem içerikleridir. Kurutma işlemi öncesinde taflan püresinin sahip olduğu nem içeriği %81.15±0.28 olarak belirlenmiş ve bu sonuç literatürde yapılan bazı çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Örneğin, Kolaylı vd. (2003) yaptıkları çalışmada

taflanın nem içeriğini %80.00±4.10 olarak saptamışlardır. Taflanın olgunlaşma durumu ve türü, toz ürünlerin nem içeriklerinde farklılıklara neden olabilmektedir. Gıdaların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin daha uzun süre muhafaza edilebilmesinde, sahip oldukları nem içeriklerinin %10'un altında olması gerekmektedir (Quek vd.,

2007). Çizelge 1 incelendiğinde, kurutma yardımcı maddelerinin nem içeriklerinin %4.87-8.35 aralığında değişim gösterdiği ve gam arabığın diğer kurutma yardımcı maddelerine göre daha yüksek nem içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Çizelge 2'ye göre kurutma işlemi sonucunda elde edilen taflan tozlarının nem içeriklerinin %3.16-7.71 aralığında değişim gösterdiği saptanmıştır. Katkısız taflan tozunun nem içeriği (%7.71) dikkate alındığında, kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonlardaki artışla taflan tozlarının nem içeriğinin azaldığı gözlenmiştir (%25 gam arabik katkılı toz hariç) ($P < 0.05$). Peyniraltı suyu tozunun nem içeriği gam arabikten düşük, maltodekstrinin nem içeriğinden ise yüksek bulunmuştur. Gam arabığın yüksek nem içeriği ve yüksek su bağlama özelliğinden dolayı elde edilen gam arabik katkılı taflan tozlarının nem içeriklerinin diğer taflan tozlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde en düşük nem içeriği değerlerine de, en düşük nem içeriğine sahip maltodekstrin katkılı taflan tozlarında rastlanılmıştır. Kurutma yardımcı maddelerinin sahip olduğu nem içeriklerinin son ürünün nem içeriğini doğrudan etkilediği saptanmıştır. Ergüney vd. (2015), karayemiş püresini dondurarak kurutucuda 5mm ürün kalınlığında, -52°C , 100mTorr basınçta 18 saat süreyle kuruttukları çalışmada, karayemiş tozu üretiminde kurutma yardımcı maddelerinin (maltodekstrin (DE5 ve DE 4-7) ve trikalsiyum fosfat) toz ürün özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar yapılan çalışmada kütlece %10 oranında maltodekstrin (DE4-7) eklenerek elde edilen karayemiş tozunun nem içeriğinin %1.78 ve kontrol grubunun nem içeriğinin ise %2.43 olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, karayemiş püresine kütlece %10 oranında maltodekstrin eklenmesiyle nem içeriğinin yaklaşık olarak %26 oranında azaldığı görülmektedir. Çalışmamızda, kullanılan taflan ve kurutma koşullarının farklı olması nedeniyle katkısız taflan tozunun nem içeriği %7.71 olarak bulunmuş ancak %5 maltodekstrin eklenmesiyle bile nem içeriğinde yaklaşık %35 oranında azalma meydana gelmiştir. Çalışkan vd. (2015), yaptıkları çalışmada başlangıç nem içeriği %81.19 olan kivi püresine kütlece %10 oranında maltodekstrin ilavesi yaparak dondurarak

kurutucuda 3mm ürün kalınlığında, 30°C plaka sıcaklığı ve 13.33kPa mutlak basınçta 9saat süreyle kurutmuşlardır. Kurutma işlemi sonucunda katkısız kivi tozlarının nem içeriğinin %9.55, katkılı kivi tozunun nem içeriğinin ise %4.20 olduğunu ve katkı maddesinin ilavesi ile nem içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir.

Gıdalarda mikrobiyal stabilitenin sağlanması için su aktivitesi değerinin 0.6'nın altında olması gerekmektedir (Quek vd., 2007). Su aktivitesi değerleri 0.20 ile 0.40 arasında olan ürünler istenmeyen reaksiyonlara (esmerleşme ve hidrokolloid reaksiyonlar, yağ oksidasyonu, enzimatik aktiviteler vb.) karşı daha dayanıklıdır (Marques vd., 2007). Taflan püresinin su aktivitesi değeri 0.999 ± 0.000 olarak ölçülmüştür. Kurutma işleminde kullanılan kurutma yardımcı maddelerinin su aktivitesi değerlerinin 0.382 ile 0.473 aralığında değiştiği ve en düşük değere peyniraltı suyu tozunun sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Kurutma işlemi sonucunda taflan tozlarının su aktivitesi değerleri 0.220-0.290 aralığında bulunmuştur. Kurutma yardımcı maddeleri dondurarak kurutma işleminde elde edilen son ürünün su aktivitesi değerlerini de etkilemektedir. Kurutma yardımcı maddelerinin su aktivitesi değerlerinin, genel olarak katkısız taflan tozunun su aktivitesi ($a_w=0.250$) değerinden yüksek olması ürün özellikleri açısından istenen sonuçlara katkı sağlayamamıştır. Çizelge 2 değerlendirildiğinde, peyniraltı suyu tozu ve maltodekstrin konsantrasyonundaki artışın tozların su aktivitesini istatistiksel olarak etkilemediği ($P > 0.05$), fakat gam arabik konsantrasyonundaki artışla birlikte su aktivitesi değerinde azalmanın meydana geldiği saptanmıştır ($P < 0.05$). Çalışkan ve Dirim (2016) yaptıkları çalışmada sumak ekstraktlarına kütlece %20, 25 ve 30 oranında maltodekstrin ilavesi yaparak dondurarak kurutucuda kurutmuşlardır. Elde ettikleri sumak ekstraktı tozlarının su aktivitesi değerlerinin maltodekstrin konsantrasyonunun artışına bağlı olarak 0.410'dan 0.160'a düştüğünü saptamışlardır.

Gıdaların sahip olduğu renk değerleri tüketiciler tarafından en temel değerlendirme ölçütü olarak kullanılmaktadır. Katkısız ve katkılı taflan

tozlarının renk değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Taflan püresinin kurutma işlemi öncesi sahip olduğu renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) 28.38 ± 0.17 , 14.63 ± 0.23 ve 2.44 ± 0.08 olarak ölçülmüştür. Bu değerler, Kasım vd. (2011)’nin 12 farklı türdeki taflanın L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalama olarak sırasıyla, 21.14-24.21, 5.63-17.72 ve 0.22-3.97 aralığında olduğunu belirledikleri çalışmayla uyumludur. Kurutma işleminde kullanılan kurutma yardımcı maddelerinin eklenmesinin katkılı taflan tozlarının renk değerlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmıştır (Çizelge 2). Elde edilen katkılı taflan tozlarının L^* değerlerinde, kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak artışın meydana geldiği sonucuna varılmıştır ($P < 0.05$). Genel olarak peyniraltı suyu tozu katkılı örneklerin L^* değerleri diğer tozlara göre daha yüksektir (%5 peyniraltı suyu tozu katkılı toz hariç). Gam arabik ve maltodekstrin (Çizelge 1, $L^* = 96.97$ ve 96.46) birbirine yakın parlaklık renk değerine sahip olmalarına karşın, maltodekstrin katkılı taflan tozları daha parlak bulunmuştur. Taflan püresinin parlaklık değerinin, kullanılan kurutma yardımcı maddelerinin renk değerlerine göre daha düşük olması nedeniyle bu maddelerin konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak elde edilen taflan tozlarının parlaklık değerleri artmaktadır ($P < 0.05$). Katkılı taflan tozlarının kırmızılık değerleri incelendiğinde, kurutma katkılarının kullanımının kırmızılık değerlerinde azalmaya neden olduğu sonucuna varılmıştır. Gam arabik katkılı taflan tozlarının a^* değerlerinin genel olarak diğer tozlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kurutma yardımcı maddelerinden gam arabik ve peyniraltı suyu tozunun taflan püresine göre daha yüksek sarılık ($+b^*$) değerine sahip olmaları nedeniyle, taflan tozlarının sarılık değerini önemli oranda etkilemişlerdir ($P < 0.05$). Bununla birlikte sarılık değeri diğer kurutma yardımcı maddelerine oranla çok düşük olan maltodekstrin katkılı toz ürünlerde de benzer artışın gözlenmiş olması dondurarak kurutma yönteminin etkisi olarak açıklanabilir. Katkılı taflan tozlarında meydana gelen toplam renk değişiminin en az gam arabik, en fazla ise peyniraltı suyu tozu ilavesiyle olduğu

belirlenmiştir (%5 peyniraltı suyu tozu katkılı toz hariç) ($P < 0.05$).

Ölçülen a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplanan Kroma değeri, ürünlerin renginin şiddetini ifade etmektedir (Quek vd., 2007). Taflan tozlarının Kroma değerleri incelendiğinde, kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonunun artmasıyla birlikte Kroma değerinde gam arabik katkılı tozlarda artış, peyniraltı suyu tozu ve maltodekstrin katkılı tozlarda ise azalış meydana gelmiştir. Taflan tozlarının esmerleşme derecesi değerleri incelendiğinde, genel olarak kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonlarındaki artışla toz ürünlerin esmerleşme derecesinde azalmanın olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Esmerleşme derecesi genellikle ısı işleminin olduğu durumlarda kararmanın belirlenmesi için kullanılmakla birlikte, L^* değerindeki değişimlerden yüksek oranda etkilendiği için genel olarak işlem ve katkıların etkisinin değerlendirilmesi amacıyla da kullanılabilir. Çalışkan ve Dirim (2016) farklı konsantrasyonlarda (%20, 25 ve 30) maltodekstrin ilavesi yaptıkları sumak ekstraktlarını dondurarak kurutucuda kurutmuşlar ve kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonlarındaki artışla birlikte elde ettikleri sumak ekstraktı tozlarının L^* değerinin arttığını, a^* ve b^* değerlerinin ise azaldığını belirlemişlerdir.

Kurutulmuş ve öğütülmüş ürünlerin, ağırlık-hacim ve akışkanlık gibi temel fiziksel ve toz ürün özellikleri bu ürünlerin tanımlanması ve gıda işleme teknolojilerinde kullanılması açısından önemlidir.

Yığın yoğunluğu, toz ürünlerin taşınması ve ambalajlanmasında önemlidir ve yüksek yığın yoğunluğu değerine sahip toz ürünlerin elde edilmesi düşük paketleme ve taşıma maliyetlerinden dolayı üreticiler tarafından istenen bir özelliktir (Walton, 2000). Çizelge 3 incelendiğinde, kurutma yardımcı maddelerinin yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerlerinin sırasıyla $358.74-637.50 \text{ kg/m}^3$ ve $499.99-792.79 \text{ kg/m}^3$ aralığında değiştiği ve en düşük yoğunluk değerlerine maltodekstrinin sahip olduğu görülmektedir. Çizelge 4 incelendiğinde,

taflan tozlarının yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerlerinin sırasıyla 99.75-242.85kg/m³ ve 136.06-329.11kg/m³ aralığında değiştiği saptanmıştır. Katkısız taflan tozlarının en düşük yoğunluk değerlerine sahip olduğu ve katkı maddelerinin ilavesiyle taflan tozlarının yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerlerinin önemli oranda arttığı belirlenmiştir ($P < 0.05$). Katkılı tozlarda belirlenen yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri genel olarak katkıların

konsantrasyonlarının artmasıyla artmış, ancak peyniraltı suyu tozu (%15 oranında) ve maltodekstrin (%25 oranında) katkı tozlarda bu davranıştan sapmalar meydana gelmiştir ($P < 0.05$). Maltodekstrin düşük yığın yoğunluğu değerine sahip olmasından dolayı, elde edilen maltodekstrin katkı taflan tozlarının diğer tozlara göre daha düşük yığın yoğunluğu değerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 3. Kurutma yardımcı maddelerinin toz ürün özellikleri

Table 3. Powder properties of drying agents

	Yığın Yoğunluğu (Bulk Density) (kg/m ³)	Sıkıştırılmış Yığın Yoğunluğu (Tapped Density) (kg/m ³)	Akabilirlik (Flowability) (CI)	Yapışkanlık (Cohesiveness) (HR)	Islanabilirlik Süresi (Wettability Time) (dk)	Dağılılırlik (Dispersibility) (%)	Higroskopite Değeri (Hygroscopicity Values) (%)	Kekleşme Derecesi (Degree of Caking) (%)
Gam Arabik (Gum Arabic)	637.50 ± 1.50	792.79 ± 7.32	19.58 ± 0.72 (İyi) (Good)	1.24 ± 0.01 (Orta) (Intermediate)	42.82 ± 0.75	39.46 ± 0.80	7.92 ± 0.05	72.34 ± 0.56
Peyniraltı Suyu Tozu (Whey Powder)	587.64 ± 2.66	660.38 ± 2.78	11.02 ± 0.16 (Çok iyi) (Very Good)	1.12 ± 0.01 (Düşük) (Low)	0.11 ± 0.08	93.95 ± 0.63	4.05 ± 0.01	20.69 ± 0.50
Maltodekstrin (Maltodextrin)	358.74 ± 2.88	499.99 ± 4.58	28.24 ± 0.57 (Orta) (Fair)	1.39 ± 0.01 (Orta) (Intermediate)	0.19 ± 0.02	88.05 ± 0.52	5.99 ± 0.03	12.75 ± 0.53

Kurutma maddelerinin taflan tozları özelliklerine etkisi

Çizelge 4. Taflan tozlarının toz ürün özellikleri
Table 4. Powder properties of cherry laurel powders

	Yığın Yoğunluğu (Bulk Density) (kg/m ³)	Sıkıştırılmış Yığın Yoğunluğu (Tapped Density) (kg/m ³)	Akabilirlik (Flowability) (CI)	Yapışkanlık (Cohesiveness) (HR)	Islanabilirlik Süresi (Wettability Time) (dk)	Dağılılabirlik (Dispersibility) (%)	Higroskopite Değeri (Hygroscopicity Values) (%)	Kekleşme Derecesi (Degree of Caking) (%)	
Katkısız (Plain)	99.75 ± 0.01	136.06 ± 0.12	26.75 ± 0.01 (Orta) (Fair)	1.36 ± 0.01 (Orta) (Intermediate)	3.25 ± 0.02	82.42 ± 0.35	7.17 ± 0.01	47.15 ± 0.02	
Gam Arabik (Gum Arabic)	%05	164.73 ± 2.96 ^{bA}	245.67 ± 4.53 ^{aA}	32.94 ± 0.70 ^{bB} (Orta) (Fair)	1.49 ± 0.02 ^{aB} (Yüksek) (High)	4.58 ± 0.26 ^{bA}	66.42 ± 0.50 ^{aA}	4.33 ± 0.05 ^{aB}	84.61 ± 0.85 ^{bC}
		203.34 ± 6.25 ^{bB}	274.44 ± 8.56 ^{cb}	25.74 ± 0.65 ^{bA} (Orta) (Fair)	1.36 ± 0.06 ^{bA} (Orta) (Intermediate)	22.94 ± 0.45 ^{eB}	66.16 ± 0.81 ^{aA}	6.28 ± 0.03 ^{cC}	76.18 ± 0.40 ^{aB}
		209.66 ± 1.08 ^{bB}	285.24 ± 5.01 ^{bB}	25.82 ± 0.71 ^{aA} (Orta) (Fair)	1.33 ± 0.03 ^{aA} (Orta) (Intermediate)	35.47 ± 0.20 ^{cC}	66.05 ± 0.80 ^{aA}	3.06 ± 0.01 ^{cA}	64.79 ± 0.15 ^{aA}
Peyniraltı Suyu Tozu (Whey Powder)	%05	169.47 ± 1.13 ^{bA}	237.59 ± 7.43 ^{aA}	29.19 ± 0.59 ^{aC} (Orta) (Fair)	1.41 ± 0.08 ^{aB} (Yüksek) (High)	2.82 ± 0.18 ^{aA}	78.28 ± 0.26 ^{cA}	4.38 ± 0.13 ^{aB}	80.21 ± 0.06 ^{aC}
		183.61 ± 7.47 ^{bB}	231.58 ± 8.00 ^{aA}	20.57 ± 0.20 ^{aA} (Orta) (Fair)	1.26 ± 0.07 ^{aA} (Orta) (Intermediate)	3.88 ± 0.04 ^{aB}	78.85 ± 0.35 ^{bA}	4.35 ± 0.01 ^{aB}	78.07 ± 0.35 ^{bB}
		242.85 ± 3.20 ^{cC}	329.11 ± 5.23 ^{cB}	26.19 ± 0.06 ^{aB} (Orta) (Fair)	1.34 ± 0.02 ^{aA} (Orta) (Intermediate)	9.05 ± 0.06 ^{aC}	79.78 ± 0.31 ^{cB}	2.49 ± 0.01 ^{bA}	69.86 ± 0.33 ^{bA}
Maltodekstrin (Maltodextrin)	%05	156.11 ± 5.57 ^{aA}	253.94 ± 4.50 ^{bA}	37.67 ± 0.12 ^{cB} (Kötü) (Bad)	1.63 ± 0.12 ^{bB} (Yüksek) (High)	4.35 ± 0.23 ^{bA}	72.21 ± 0.16 ^{bA}	4.66 ± 0.01 ^{bB}	80.19 ± 0.67 ^{aB}
		185.53 ± 1.54 ^{bB}	253.71 ± 3.31 ^{bA}	26.87 ± 0.35 ^{bA} (Orta) (Fair)	1.37 ± 0.01 ^{bA} (Orta) (Intermediate)	9.33 ± 0.57 ^{cC}	81.94 ± 0.71 ^{cC}	4.72 ± 0.03 ^{bC}	79.80 ± 0.05 ^{cB}
		156.09 ± 6.17 ^{aA}	264.68 ± 7.05 ^{aA}	37.50 ± 0.16 ^{bB} (Kötü) (Bad)	1.60 ± 0.06 ^{bB} (Yüksek) (High)	11.58 ± 0.18 ^{bC}	78.81 ± 0.18 ^{bB}	2.05 ± 0.03 ^{aA}	72.51 ± 0.13 ^{cA}

^{a-c} Aynı konsantrasyon yüzdesinde farklı kurutma yardımcı maddeleri arasındaki farkı gösterir ($P < 0.05$)

^{A-C} Aynı kurutma yardımcı maddelerinin farklı konsantrasyonları arasındaki farkı gösterir ($P < 0.05$)

^{a-c} Indicates the difference between different drying agents at the same concentration percentage ($P < 0.05$)

^{A-C} Indicates the difference between different concentrations in the same drying agents ($P < 0.05$)

Toz ürünlerin akabilirlik ve yapışkanlık özellikleri ambalajlama, ölçme, nakliye koşulları, doz ayarlamaları ve karıştırma işlemlerinde üretici ve son kullanıcı için önemli kalite parametreleridir (Çalışkan ve Dirim, 2016). Kurutma yardımcı maddelerinin ve taflan tozlarının akabilirlik ve yapışkanlık özellikleri CI ve HR kullanılarak belirlenmiştir. CI ve HR değerleri sırasıyla; <15 (çok iyi), 15-20 (iyi), 20-35(orta) ve 35>(kötü) ve <1.2 (düşük), 1.2-1.4 (orta) ve >1.4 (yüksek) olarak değerlendirilmektedir (Jinapong vd., 2008). Bu değerlendirme ölçütleri kullanıldığında, katkısız taflan tozunun akabilirlik ve yapışkanlık değerlerinin orta düzeyde olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Bu çalışmada, kurutma yardımcı maddeleri kullanımının öncelikli amacı; kurutma işleminin verimli olabilmesi için daha düşük nem ve su aktivitesi değerlerine ulaşılmasıdır ve bu konuda başarılı olunmuştur. Ancak, bu katkıların akabilirlik ve yapışkanlık özelliklerinin iyileştirilmesi konusunda başarılı olduğu söylenemez. Özellikle de peyniraltı suyu tozunun çok iyi akabilirlik ve düşük yapışkanlık özelliklerine sahip olmasına rağmen elde edilen toz ürünlerde beklenen katkıyı sağlayamamıştır. Gam arabik ve peyniraltı suyu tozu katkılı taflan tozlarının akabilirlik özellikleri orta seviyededir. Diğer yandan, maltodekstrin orta seviyede akabilirlik özelliğine sahip olmasına rağmen, elde edilen maltodekstrin katkılı taflan tozları genel olarak kötü akabilirlik özelliği göstermektedir. Çalışkan ve Dirim (2016) dondurarak kurutulmuş sumak ekstraktı tozu üretiminde kullandıkları maltodekstrin konsantrasyonunun (%20, 25 ve 30) artmasına bağlı olarak CI değerinin 25.02'den 15.89'a ve HR değerinin ise 1.33'den 1.19'a düştüğünü belirlemişlerdir. Bu sonuçlar incelendiğinde sumak ekstraktı tozlarının akabilirlik ve yapışkanlık özelliklerinin maltodekstrinin konsantrasyonundaki artışla daha iyi bir hale geldiğini gözlemlemişlerdir. Araştırmacıların bu yaklaşımına katkılı taflan tozlarının yapışkanlık özellikleri (%25 katkılı taflan tozları hariç) uymaktadır.

Islanabilirlik özelliği toz partiküllerin yüzeylerinden suyu absorplama yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Toz ürünlerin ıslanabilirlik özellikleri ürünlerin sahip olduğu özelliklere (partikülün alanına, yoğunluğuna, büyüklüğüne ve

partikülün yapısında bulunan higroskopik maddelerin içeriği vb.) göre değişim göstermektedir (Schuck, 2011). Kurutma yardımcı maddelerinin ıslanabilirlik süreleri değerlendirildiğinde (Çizelge 3) gam arabik diğer kurutma yardımcı maddelerine göre daha yüksek ıslanabilirlik süresine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle elde edilen gam arabik katkılı taflan tozlarının ıslanabilirlik süreleri diğer katkılı tozlara göre daha fazladır (Çizelge 4). Katkılı taflan tozlarında ıslanabilirlik süresi en düşük olan örnekler beklendiği gibi peyniraltı suyu tozu katkılı tozlardır. Taflan tozlarının ıslanabilirlik süreleri kurutma yardımcı maddelerinin türünden etkilenmiş olup kullanılan kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonlarının artmasıyla artmıştır ($P < 0.05$). Çalışkan ve Dirim'in (2013) dört farklı konsantrasyonda (%10, 15, 20 ve 25) maltodekstrin katkılı sumak ekstraktlarını püskürtmeli kurutucuda kurutarak toz ürün elde ettikleri çalışmada tozların ıslanabilirlik sürelerinin maltodekstrin konsantrasyonunun artışına bağlı olarak arttığını belirlemişlerdir. Taflan tozlarının ıslanabilirlik süreleri de benzer biçimde kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonunun artışına bağlı olarak artmıştır ($P < 0.05$). Freuding vd. (1999), düşük sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerine sahip toz ürünlerin ıslanabilirlik özelliğinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Katkılı taflan tozları değerlendirildiğinde genel olarak bu durumun geçerli olduğu ve düşük sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerine sahip tozların ıslanabilirlik sürelerinin kısa olduğu yani ıslanabilirlik özelliklerinin yüksek olduğu söylenebilir.

Dağılılırlik özelliği, toz ürünlerin bir çözelti içerisinde hafif bir şekilde karıştırılması sonucunda dağılılırme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Jaya and Das, 2005). Taflan tozlarının dağılılırlik değerleri %66.05 ile %82.42 arasında değişmektedir (Çizelge 4). En düşük dağılılırlik özelliğine gam arabik katkılı tozların sahip olduğu belirlenmiştir. Kullanılan kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde, en yüksek dağılılırlik özelliğine sahip olan örneklerin peyniraltı suyu tozu katkılı taflan tozlarının olduğu saptanmıştır (%15 peyniraltı suyu tozu katkılı toz hariç). Jaya ve Das (2005) yaptıkları çalışmada, bazı toz

gıdaların (çözünabilir kahve, toz domates çorbası karışımı, mango tozu vb.) dağılılırlık değerlerinin %68.19-99.98 aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Ergüney vd. (2015), dondurarak kurutulmuş karayemiş tozlarının dağılılırlık değerlerinin katkısız tozlar için %81, %10 maltodekstrin (DE4-7) katkılı tozlar için %87 olduğunu belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada, her iki çalışmaya benzer dağılılırlık değerleri elde edilmiştir.

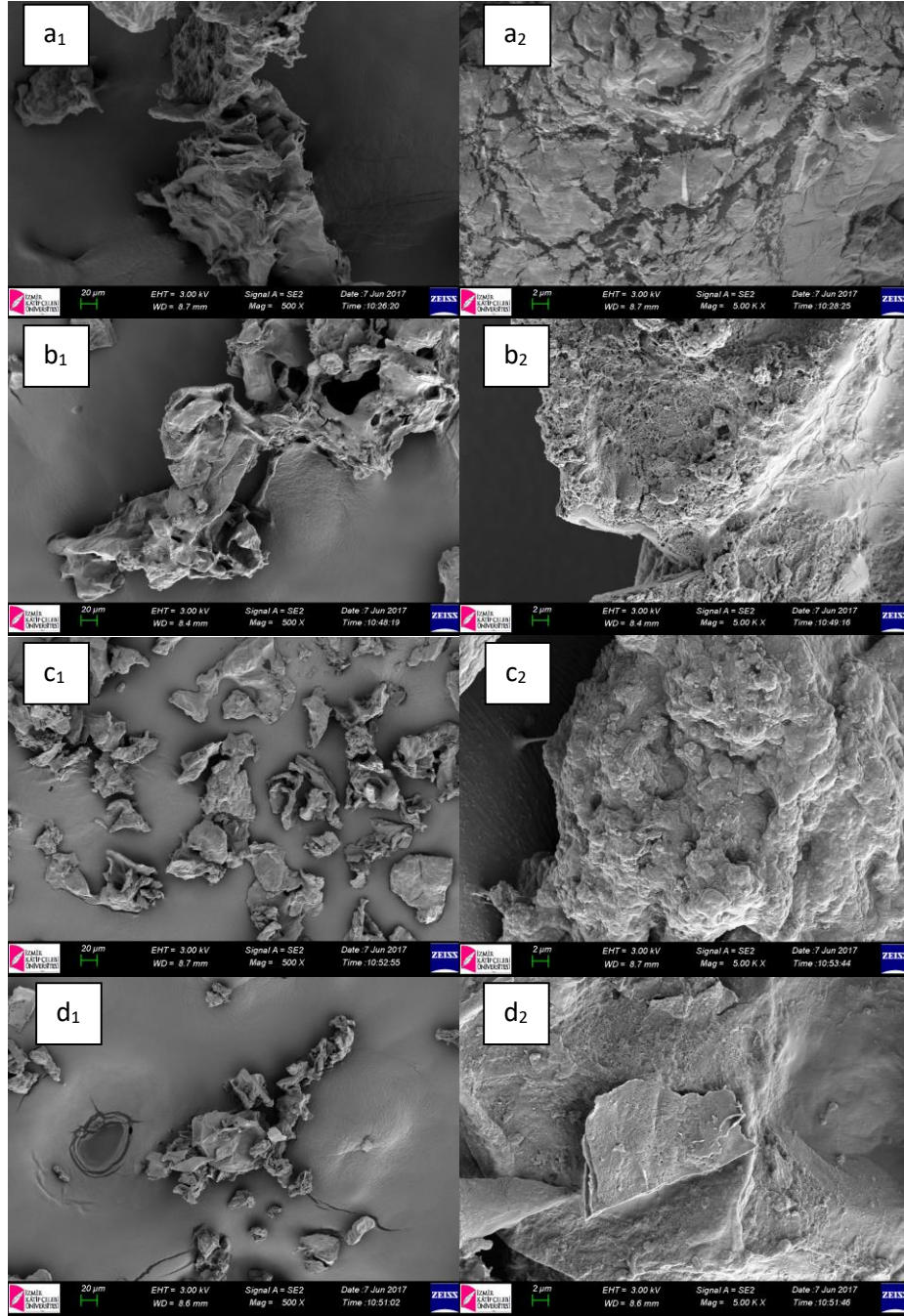
Toz ürünlerin higroskopik yapıda olup olmamaları ürünün yapısal özelliklerine (yapısında bulunan organik asit, ürünün sahip olduğu nem içeriği vb.) bağlı olarak değişim göstermektedir (Ferrari vd., 2012). Çizelge 4 incelediğinde, kurutma işleminde kurutma yardımcı maddelerinin kullanılmasıyla birlikte taflan tozlarının higroskopik özelliklerinin iyileştirildiği görülmektedir. Katkısız taflan tozunun higroskopite değeri %7.17 iken, bu değer kurutma yardımcı maddelerinin ilavesiyle %2.05-6.28 aralığına düşürülmüştür. Gam arabik katkılı taflan tozlarının, peyniraltı suyu tozu ve maltodekstrin katkılı tozlara göre daha yüksek higroskopite değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni, kurutma yardımcı maddelerinden gam arabik'in en yüksek higroskopite değerine sahip olmasıdır. Tozların higroskopik özellikleri konsantrasyonlarının değişiminden istatistiksel olarak önemli oranda etkilenmiştir ($P < 0.05$). Taflan tozlarının higroskopite değerlerinin literatürde yapılan çalışmaların sonuçlarına benzediği saptanmıştır. Jaya ve Das (2005) vakum kurutucuda kurutulmuş mango tozunun %7.20 ve toz domates çorba karışımının %4.20-6.64 aralığında higroskopite değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada, hurma meyvesinin fırında kurutulması sonrası elde edilen toz ürünlerin higroskopite değerlerinin maltodekstrin konsantrasyonunun artışına bağlı olarak %6.2'den 4.0'a düştüğü belirtilmiştir (Sablani vd., 2008). Oliveria vd. (2013) yaptıkları çalışmada, palm meyvesinin dondurularak kurutulmasında %8 konsantrasyonunda maltodekstrin ekleyerek elde ettikleri toz ürünün higroskopite değerini % 6.86 ve katkısız toz ürünün higroskopite değerini ise %7.68 olarak belirlemişlerdir. Tonon vd. (2008), elde ettikleri açai tozlarında maltodekstrin konsantrasyonunun

artışına bağlı olarak higroskopite değerinin azaldığını belirtmişlerdir. Genel olarak bizim çalışmamızda olduğu gibi, kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonlarının artmasıyla elde edilen tozların higroskopite değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Ancak maltodekstrin ve gam arabik'in konsantrasyonunun %5'den %15'e artırılması bu sonuca uymamaktadır. Bu durumun nedeni, kurutma yardımcı maddelerinden gam arabik ve maltodekstrinin higroskopite değerlerinin peyniraltı suyu tozunun higroskopite değerine oranla daha yüksek olmasıyla açıklanabilir. Kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonunun %25'e çıkarılmasıyla beklenen etki sağlanmıştır.

Toz ürünlerde kekleşme, serbest halde bulunan ve suda çözünebilen amorf partiküllerin birbirleriyle temas ederek bir araya gelip katı yapı oluşturması olarak tanımlanmaktadır. Elde edilen toz ürünlerin depolama koşulları, kimyasal yapısı, molekül dağılımı gibi özellikler kek oluşumunu etkilemektedir (Hartmann ve Palzer, 2011). Elde edilen taflan tozlarının kekleşme derecelerinin %47.15- 84.61 aralığında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4). Seçilen kurutma yardımcı maddelerinin kekleşme değerlerinin birbirinden oldukça farklı olması nedeniyle taflan tozlarının kekleşme derecelerinin farklı olduğu ve konsantrasyon artışına bağlı olarak kekleşme derecelerinde bir azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir (%15 maltodekstrin katkılı toz hariç) ($P < 0.05$). Yapılan bir çalışmada, palm meyvesinin dondurularak kurutulması sonucunda maltodekstrin katkılı tozların kekleşme derecesinin (%0.09), katkısız tozların kekleşme derecesine (%0.33) göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde kurutma işleminde maltodekstrin konsantrasyonunun artışıyla kekleşme derecesinde %72.73 oranında bir azalma olmuştur (Oliveria vd., 2013). Çalışmamızda ise katkısız taflan tozuna göre kurutma yardımcı maddelerinin ilavesiyle tozların kekleşme derecesinde %37.41-67.22 aralığında bir artış meydana gelmiştir. Kurutma yardımcı maddelerinin sahip olduğu kekleşme dereceleri, elde edilen katkılı taflan tozlarının kekleşme derecelerinin katkısız olanlara göre daha fazla olmasını etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda grugru palm

(dikenli kaktüs meyvesi), mango ve limon suyu tozlarının kekleşme derecelerinin %0.03 ve 34.77 aralığında değişim gösterdikleri belirlenmiştir

(Oliveria et al, 2014; Jaya ve Das, 2005; Martinelli vd., 2007).



Şekil 1. Dondurarak kurutulmuş taflan tozlarının SEM görüntüleri (500-5000x büyütülmüş) ((a1- a2): katkısız; (b1-b2): %15 gam arabik; (c1- c2): %15 peyniraltı suyu tozu; (d1- d2): %15 maltodekstrin katkılı taflan tozu)

Figure 1. SEM images of freeze dried cherry laurel powders (500-5000x magnification) ((a1- a2): plain; (b1-b2): 15% gum arabic; (c1- c2): 15% whey powder; (d1- d2): %15 maltodextrin added cherry laurel powder)

Katkısız ve %15 oranında kurutma yardımcı maddesi içeren taflan tozlarının SEM görüntüleri (500 ve 5000x büyütülmüş) Şekil 1’de verilmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde, elde edilen tozlarının plaka şeklinde bir görünüme sahip oldukları gözlenmiştir. Genel olarak katkısız ve gam arabik katkılı taflan tozlarında toz partikülleri birleşip büyük partiküller meydana getirmiştir (500x büyütülmüş). 5000x büyütülmüş SEM görüntüleri incelendiğinde, katkısız taflan tozunda derin çatlakların meydana geldiği ve kurutma yardımcı maddelerinin kullanıldığı tozlarda ise bu çatlakların oluşumunun azaldığı görülmektedir. Genel bir kıyaslama yapıldığında, maltodekstrin katkılı taflan tozlarının diğer tozlara göre daha pürüzlü yapıya sahip olduğu ve daha çok gözenek içerdiği gözlenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada; taflan meyvesinin dondurarak kurutulmasında kurutma yardımcı madde ilavesinin elde edilen toz ürünün özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Taflan tozlarının nem içeriği %10’dan az, su aktivitesi değeri ise 0.300’ün altında bulunmuştur. Bu nedenle taflan tozlarının mikrobiyal gelişme ve biyokimyasal reaksiyonlara karşı stabil olduğu kabul edilebilir. Kurutma yardımcı maddelerinin kullanılmasıyla birlikte taflan tozlarının L* değerlerinde artış meydana gelmiştir. Toplam renk değişim değerleri (ΔE) 17.73 ile 23.90 arasında bulunmuştur. Taflan tozlarının yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerlerinin kurutma yardımcı maddelerinin kullanılmasıyla arttığı belirlenmiştir. Taflan tozlarının akabilirlik ve yapışkanlık özelliklerinin kullanılan katkılarla iyileştirilemediği gözlenmiştir. Islanabilirlik sürelerinin en yüksek gam arabik katkılı tozlarda olduğu, taflan tozlarının genel olarak 40sn’den kısa sürede tamamen ıslandıkları belirlenmiştir. Taflan tozlarının dağılılırlik özellikleri kurutma yardımcı maddelerinin kullanılmasıyla azalmış olup katkılı tozlardan en düşük dağılılırlik özelliğine gam arabik katkılı taflan tozlarının sahip olduğu belirlenmiştir. Kurutma işleminde kurutma yardımcı maddelerinin kullanılması taflan tozlarının higroskopite özelliklerini iyileştirmiştir. Katkısız taflan tozunun kekleşme derecesi dikkate alındığında, kurutma yardımcı maddelerinin

kullanılmasıyla kekleşme derecelerinde artış meydana geldiği ve kurutma yardımcı maddelerinin konsantrasyonlarının artmasıyla azaldığı belirlenmiştir. Katkısız taflan tozlarına göre, katkılı tozlarının daha pürüzsüz yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, kullanılan kurutma yardımcı maddelerinin özelliklerinin son ürün üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada elde edilen taflan tozları ile üreticilere ve tüketicilere renk ve kendine özgü aroma verici madde olarak kullanım olanağı sunulmuş olacak ve taflanın daha geniş kitle tarafından tanınması sağlanacaktır. Elde edilen taflan tozları tatlılarda, pastalarda ve meyve sularında kullanılabilme olanağı bulabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen projenin (Proje No: 16-MÜH-081) bir bölümüdür.

KAYNAKLAR

- Akyıldız, A., Polat, S., Ağçam, E. (2017). Konveksiyonel ve dondurarak kurutma yöntemlerinin karpuzun bazı kalite özelliklerine etkisi. *GIDA* 42(2): 169–176.
- AOAC (2000). Association of Official Analytical Chemists, Official methods of analysis 17th Edition, Gaithersburg, MD, the USA.
- Ayaz, F.A., Kadioğlu, A., Reunanen, M., Var, M. (1997). Phenolic acid and fatty acid composition in the fruits of *Laurocerasus officinalis* Roem. and its cultivars. *J Food Compos Anal*, 10: 350–357.
- Baytop, T. (2001). Therapy with medicinal plants in Turkey (Past and Present), 1st Edition Istanbul University, Istanbul, Turkey, 178–249.
- Cai, Y.Z., Corke, H. (2000). Production and properties of spray-dried *Amaranthus* betacyanin pigments. *J Food Sci*, 65(6): 1248–1252.
- Chegini, G.R., Ghobadian B. (2005). Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder. *Drying Technology*, 23: 657–668.
- Çalışkan, G., Dirim, S.N. (2013). The effects of the different drying conditions and the amounts

- of maltodextrin addition during spray drying of sumac extract. *Food and Bioproducts Processing*, 91: 539–548.
- Çalışkan, G., Ergün, K., Dirim, S.N. (2015). Freeze drying of kiwi (*Actinidia deliciosa*) puree and the powder properties. *Ital J Food Sci*, 27: 385–396.
- Çalışkan, G., Dirim, S.N. (2016). The effect of different drying processes and the amounts of maltodextrin addition on the powder properties of sumac extract powders. *Powder Technology*, 287: 308–314.
- Demirhan, E., Özbek, B. (2011). Color change kinetics of celery leaves undergoing microwave drying. *Chem Eng Commun*, 198(10): 1189–1205.
- Dirim, S.N., Sakin Yılmaz, M., Di Pinto, D., Kaymak Ertekin, F. (2014). Yoghurt with candied chestnut: freeze drying, physical, and rheological behaviour. *J Food Sci Technol*, 51(12): 3949–3955.
- Ergüney, E., Gülsünoğlu, Z., Fıratgil Durmuş, E., Kılıç Akyılmaz, M. (2015). Karayemiş tozu fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi. *Akademik Gıda*, 13(2):108–114.
- Eun, J.B., Park, H.J., Lee, Y. (2016). Physicochemical characteristics of kimchi powder manufactured by hot air drying and freeze drying. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 5: 193–198.
- Ferrari, C.C., Germer, S.P.M., Alvim, I.D., Vissotto, F.Z., Aguirre, J.M. (2012). Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. *Int J Food Sci Technol*, 47: 1237–1245.
- Freuding, B., Hogeckamp, S., Schubert, H. (1999). Dispersion of powders in liquids in a stirred vessel. *Chem Eng Process*, 38: 525–532.
- Gong Z., Zhang M., Mujumdar A.S., Sun, J. (2008). Spray drying and agglomeration of instant bayberry powder. *Drying Technology*, 26: 116–121.
- Hartmann, M., Palzer, S. (2011). Caking of amorphous powders—material aspects, modelling and applications. *Powder Technology*, 206:112–121.
- Henriquez, M., Almonacid, S., Lutza, M., Simpson, R., Valdenegro, M. (2012). Comparison of three drying processes to obtain an apple peel food ingredient. *J Food Sci*, 11(2): 127–135.
- İslam, A. (2002). Cherry laurel (*Prunus lauracerasus*). *N Z J Crop Horti Sci*,30: 301–302.
- Jaya, S., Das, H. (2004). Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on Vacuum dried mango powder properties. *J Food Eng*, 63: 125–134.
- Jaya, S., Das, H. (2005). Accelerated storage, shelf life and color of mango powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 29: 45–62.
- 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.
- Kasım, R., Sülüsoğlu, M., Kasım, M.U. (2011). Relationship between total anthocyanin level and colour of natural cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) fruits. *Afr J Plant Sci*, 5(5): 323–328.
- Kolaylı, S., Küçük, M., Duran, C., Candan, F., Dinçer, B. (2003). Chemical and antioxidant properties of *Laurocerasus officinalis* Roem. (Cherry Laurel) fruit grown in the Black Sea Region. *J Agric Food Chem*, 51: 7489–7494.
- Marques, L.G., Ferreira, M.C., Freire, J.T. (2007). Freeze-drying of acerola (*Malpighia glabra* L.). *Chem Eng Process*, 46: 451–457.
- Martinelli, L., Gabas, A.L., Telis Romero, J. (2007). Thermodynamic and quality properties of lemon juice powder as affected by maltodextrin and arabic gum. *Drying Technology*, 25: 2035–2045.
- Michalska, A., Wojdyło, A., Lech, K., Lysiak, G.P., Figie, A. (2016). Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies. *Food Chem*, 207: 223–232.
- Oliveria, D.M., Clemente, E., Aonso, M.R.A., Correia da Costa, J.M. (2013). Hygroscopic behavior of lyophilized powder of grugru palm (*Acrocomia aculeata*). *Am J Anal Chem*, 4: 1–7.
- Oliveria, D.M., Clemente, E., Correia da Costa, J.M. (2014). Hygroscopic behavior and degree of caking of grugru palm (*Acrocomia aculeata*) powder. *J Food Sci Technol*, 51(10): 2783–2789.
- Orhan, I.E., Akkol, E.K. (2011). Estimation of neuroprotective effects of *Laurocerasus officinallis*

- Roem. (Cherry laurel) by in vitro methods. *Food Res Int*, 44: 818–822.
- Quek, Y.S., Chok, N.K., Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chem Eng Process*, 46: 386–392.
- Ratti, C. (2001). Hot-air and freeze-drying of high value foods: A review. *J Food Eng*, 49:311–319.
- Sablani, S.S., Shrestha, A.K., Bhandari, B.R. (2008). A new method of producing date powder granules: physicochemical characteristics of powder. *J Food Eng*, 87: 416–421.
- Schuck, P. (2011). Milk powder: physical and functional properties of milk powders, J.W. Fuquay (chief ed.), P.F.Fox and P.L.H.Mc Sweeney, Volume 2, Elsevier Academic Press, the UK, pp. 117–124.
- Tonon, V.R., Brabet, C., Hubinger, M.D. (2008). Influence of process conditions on the physicochemical properties of acai (*Euterpeoleraceae Mart.*) powder produced by spray drying. *J Food Eng*, 88: 411–418.
- Walton, D.E. (2000). The morphology of spray-dried particles a qualitative view. *Drying Technology*, 18(9): 1943–1986.