

Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Meyve Tozlarının Antioksidan ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi

Burcu ERSOY

İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü
burcuerso@aydin.edu.tr
ORCID: 0000-0001-9883-8095

Gülay BAYSAL

İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü
gulaybaysal@aydin.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7081-1472

Tuğçe CEYHAN

İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
tugceceyhan@aydin.edu.tr
ORCID: 0000-0002-7189-7439

Geliş tarihi / Received: 24.05.2023

Kabul tarihi / Accepted: 09.11.2023

Abstract

Kurutma yöntemleri gıdaların besin değerleri üzerinde büyük etkiye sahiptir. Sıcak hava gıdaların kurutulmasında yaygın olarak kullanılmasının yanı sıra gıdaların lezzet, renk, besin maddeleri gibi özelliklerini doğrudan olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Bu nedenle, gıdaların kurutulması sırasında besin değerlerinin korunması için dondurarak kurutma gibi alternatif kurutma teknikleri ilgi odağı haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, portakal, hünnap, mango ve ananas meyvelerini önce püre haline getirdikten sonra dondurarak ve sıcak hava ile kurutarak elde edilen meyve püresi tozlarının, antioksidan aktiviteleri ve duyusal özelliklerini araştırmaktır. Bu amaçla, ananas, portakal, mango ve hünnap meyveleri dondurarak kurutma ve sıcak hava kurutma teknikleriyle kurutulmuş toz haline getirildi. Toz haline gelen meyve tozları Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ile kimyasal bileşimi analiz edildi. Meyve tozlarının renk değerleri (L^* , a^* , b^*) Lovibond Tintometresi ile belirlendi. Sıcak hava ve dondurarak kurutulmuş meyve püresi tozlarının DPPH radikal süpürme aktivitesi, pH, kırılma indisi ve duyusal analizleri yapıldı. Analiz sonuçlarına göre, sıcak hava ile kurutulmuş meyve tozlarının daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği ve en yüksek aktivitenin hünnap meyvesinden elde edildiği görüldü. Duyusal analiz sonuçlarına göre koku parametresi için meyve tozlarının beğeni yüzdeleri Ananas>Hünnap>Mango> Portakal iken, tat parametresi için beğeni yüzdelik sıralaması ise Ananas>Hünnap>Mango> Portakal şeklinde sıralandı.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, dondurarak kurutma, meyve tozları, sıcak hava kurutma

Determination of Antioxidant and Sensory Properties of Dried Fruit Powder by Different Methods

Abstract

The drying methods have a great influence on the nutritional value of foods. The hot weather can directly affect the properties of foods such as flavor, color and nutrients negatively. For this reason, alternative drying techniques such as freeze drying have become the focus of attention in order to preserve the nutritional values during drying of foods. The aim of this study was to investigate the antioxidant activities and sensory properties of fruit puree powders obtained by first pureeing orange, jujube, mango and pineapple fruits, then freeze drying and hot air drying. For this purpose, pineapple, orange, mango and jujube fruits were dried and pulverized using freeze drying and hot air drying techniques. The chemical composition of powdered fruit powders was analyzed by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). Color values (L^* , a^* , b^*) of fruit powders were determined by Lovibond Tintometer. DPPH radical scavenging activity, pH, moisture, refractive index and sensory analyzes of hot air and freeze-dried fruit powders were performed. According to the analysis results, it was seen that hot air dried fruit powders showed higher antioxidant activity and the highest activity was obtained from jujube fruit. According to the sensory analysis results, the liking percentage order of the fruit powders for the odor parameter was determined as Pineapple>Jujube>Mango> Orange, while the liking percentage order for the taste parameter was determined as Pineapple>Jujube>Mango>Orange.

Keywords: Antioxidant activity, freeze drying, fruit powders, hot air drying

Giriş

Kurutma işlemi uygulanan meyvelerin, taze meyvelere kıyasla içindeki suyun buharlaşması sonucu çok az vitamin ve mineral kaybına uğradığı bilinmektedir (Aktaş vd., 2014). Kurutulmuş meyve ve sebzeler güçlü demir ve lif kaynaklarıdır, kansızlığı önler, bağışıklığı güçlendirir, kemikleri kuvvetlendirir ve kan basıncını düzenler. Kurutma işlemlerinde meyveler, lifli yapısını koruduğu için son derece sağlıklı besin kaynaklarıdır (Kaplan vd., 2020). Bilindiği gibi lifli gıdaları tüketmek, kilo kontrolünde, sindirim sağlığında, kolesterol ve kan şekeri kontrolünde oldukça destekleyicidir. Bunun yanı sıra meyvelerin yüksek lif içeriği, sindirim sisteminin daha sağlıklı çalışmasını sağlar. Sindirim sisteminin düzenli çalışmasının yanında, vücuttaki yabancı maddelerin atılmasını sağlayarak kabızlık ve mesane problemleri ile ilgi-

li diğer hastalıkları önlemede oldukça etkilidir (Cumhur, 2019; Gürel vd., 2016). Toksinlerin vücuttan atılmasını sağlayarak cildi temizler, sağlıklı temiz ve pürüzsüz bir cilde sahip olmasını sağlar. Bir diğer faydası ise kurutulmuş meyvelerin içeriğinin çok önemli bir mineral olan demir ile yüklü olmasıdır. Demir hemoglobin üretimine olanak sağlamaktadır. Hastalıklar ile mücadele etmeyi, anemi ve diğer kan hastalıklarını, yorgunluk ve vücutta zayıflık gibi durumları tedavi etmek için önemli olan beyaz ve kırmızı kan hücrelerinin üretimini teşvik etmektedir. Kurutulmuş meyvelerin diğer sağlık yararları, kalp hastalığı, kolon kanseri, astım, yüksek kan basıncı, romatoid artrit, ateroskleroz ve osteoartrit gibi çeşitli durumların önlenmesidir. Bu durum serbest radikallerin oluşmasını engelleyen antioksidanlar bakımından zengin oldukları için mümkün olmaktadır. Bununla be-

raber, yüksek kalsiyum içeriği sağlıklı kemikler ve dişlerin yanı sıra görme bozukluklarını da tedavi etmektedir (Ayrıksa, 2022).

Meyvelerin kurutulması çok daha uzun raf ömrüne sahip olmasına olanak sağlamaktadır. Kurutulan meyveler arasında en yaygın olarak kayısı, kuru üzüm, erik, hurma, kızılcık, yaban mersini ve incir vardır. Ancak bu çalışma kurutulmuş meyve tüketimini teşvik etmek için portakal, ananas, mango ve hünnap gibi pek yaygın kurutulmayan meyveler içinde beslenme alışkanlığı oluşturmayı ve aynı zamanda bu meyvelerinde zengin mineral/ vitamin içeriği ve lif yapısından sağlık açısından faydalanılmayı olası hale getirmeyi amaçlamaktadır.

Portakal (*Citrus aurantium*), Türkiye’de üretilen bir meyve olarak C vitamini değeri oldukça yüksek olup kabuklarının içerdiği özler, damar tıkanıklıkları ve kanser gibi daha birçok hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Portakal meyvesi aynı zamanda B grubu vitaminleri ve E vitamini bakımından da oldukça zengindir. E vitamini bakımından zengin olması yüksek antioksidan aktivitesinin yanında cilt ve kemik sağlığını da desteklemektedir. Bu vitaminlerin yanı sıra potasyum, magnezyum, kalsiyum ve lif gibi mineralleri de içermektedir. Tüm bu besinler, portakalın sağlığa olan faydalarına katkıda bulunur (Aktaş vd., 2014). Hünnap meyvesi ise, vitamin bakımından zengin olup, %5 A vitamini, %17 B vitamini türevleri ve %83 C vitamini içermektedir. Bunun yanı sıra, potasyum, demir, manganez, magnezyum, fosfor, kalsiyum, çinko ve sodyum mineralleri açısından zengindir. Fonksiyonel tıpta mantar önleyici, anti bakteriyel, ülser önleyici, iltihap önleyici, sakinleştirici, hipotansif, antioksidan ve antienflamatuar etkisi nedeniyle yaygınca kullanılır (Korkut vd., 2022).

Mango, A, C, K vitaminleri, potasyum, mag-

nezyum ve diğer önemli mineraller açısından zengindir. Ayrıca, antioksidanlar ve diyet lifi bakımından da zengindir. A vitamini, cildi ve mukozayı korur; enfeksiyonlara karşı direnci artırır. C vitamini ise, bağışıklık sisteminin düzgün çalışmasına yardımcı olur ve enfeksiyonlarla savaşır. Ayrıca potasyum bakımından zengin olması kalp sağlığını korumada oldukça etkilidir.

Mango fitokimyasallar ve besin öğeleri bakımından oldukça zengin bir meyvedir. Mango meyvesi içeriğinde antioksidan pigmentler-karotenoid, polifenol bileşikler ve çoklu doymamış yağ asitleri içermesinin yanı sıra meyvenin kabuk kısmında bol miktarda karotenoidler, provitamin A, beta-karoten, lutein, quercetin, kampeferol, gallik asit, kafeik asit, tannin gibi antioksidan maddelerde içermektedir (Alibaş, 2015; Chauhan ve Patil, 2013). Mangonun içeriğinde bulunan bu bileşikler yüksek serbest radikal süpürücü etkisi gösterirler ve bu yüzden birçok hastalığın tedavisinde tercih edilmektedirler.

İki yüz ml ananas suyu yetişkin bir insanın günlük; manganez ihtiyacının %6’sını, C vitamini %42’sini, B1 vitamini, B5 vitamini, B6 vitamini, B9 vitamininin de en az %10 kadarını karşılamaktadır. Kalsiyum ve potasyum bakımından zengindir. Sodyum miktarı çok düşüktür ve Beta karoten içerir. Ananas, oksidatif stresi, iltihaplanmayı azaltarak bazı kanser türlerinin gelişimini önlemektedir (Sarı ve Karaslan, 2014).

Bu çalışmanın amacı, portakal, hünnap, mango ve ananas meyvelerini önce püre haline getirdikten sonra dondurarak ve sıcak hava ile kurularak elde edilen meyve püresi tozlarının, antioksidan aktiviteleri ve duyuşal özelliklerini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Gereç

Ananas, portakal, mango ve hünnap meyveleri İstanbul/Türkiye’de büyük market zincirinden satın alındı. Etil alkol (%95 saflık derecesinde), Hidroklorik asit (%37 derişik), Sodyum hidroksit, Asetik asit, Maltodekstrin ve DPPH Sigma-Aldrich’ten satın alındı.

Yöntem

Meyvelerin sıcak hava ile kurutulması

Ananas, portakal, mango ve hünnap meyveleri

öncelikle yıkanıp kurulandıktan sonra kabukları soyularak blender da püre haline getirildi. Bu işlemden sonra hassas terazide tartım alınarak, karışıma, tartım miktarının %10 oranında maltodekstrin (MD) ilave edildi ve tekrar karıştırma işlemi yapıldı. Sıcak hava kurutma işlemi ev tipi bir fırında (Silverline AEF, 6601 WO2, Türkiye) meyve püreleri tepsiye yayılarak 50 °C’ de kurutuldu. Kurutulan meyve püreleri toz öğütücüde öğütüldü (Aktaş vd., 2014). Çizelge 1 örneklerin kodu kurutma yöntemlerini gösterir.

Çizelge 1

Örneklerin kodu ve kurutma yöntemleri

Grup no	Örnek	Kurutma yöntemi
M1	Mango	Fırında kurutma
M2	Mango	Dondurarak kurutma
A1	Ananas	Fırında kurutma
A2	Ananas	Dondurarak kurutma
H1	Hünnap	Fırında kurutma
H2	Hünnap	Dondurarak kurutma
P1	Portakal	Fırında kurutma
P2	Portakal	Dondurarak kurutma

Meyvelerin Dondurarak kurutulması

Meyveler kurutma için ön işleme tabi tutuldu. Ön işlem yukarıda açıklanan yıkama ve püre haline getirme aşamaları tekrarlandı ve meyve pürelерinin tartımları sonucu %10 oranında maltodekstrin ilave edilerek karıştırıldı, daha sonra -18 °C’de 48 saat ön soğutma işlemi ev tipi buzdolabının derin dondurucu bölümünde yapıldı. Ön soğutma işleminden sonra -50 °C’ye soğutulmuş liyofilizatörde (TRS-2/2V, Türkiye) ortalama 48 saat boyunca kurutma işlemi yapıldı. Kurutulan meyveler toz öğütücüde öğütülerek analiz edilmek üzere +4 °C’ de saklandı.

Yapılan Analizler

Nem tayini

Meyve püresi tozları hassas terazide 1 g olarak tartıldı ve darası alınmış alüminyum folyo kaplara koyuldu. Etüvde (Binder 9010-0078&ED53, Türkiye) 105 °C’de 2 saat süre ile bekletildi. Yapılan kurutma işleminden sonra hassas terazide tartım alındı. Meyve püresi tozlarının kuru madde miktarı ve % nem değerleri olarak hesaplandı (Soylu vd., 2020).

pH tayini

Kurutulmuş meyve püresi tozları 2 g tartıldı ve 5 ml oranında saf su ilave edilerek karıştırıldı.

Homojen olarak karıştırılmış çözeltinin pH değeri pH metrede (İnolab PH7110/Wtw, Almanya) ölçüldü (Soylu vd., 2020).

Renk tayini

Meyve tozu örneklerinin renklerinin L^* (0-100= koyuluk-açıklık), a^* (a^+ = kırmızı, a^- = yeşil) ve b^* (b^+ = sarı, b^- = mavi) değerleri Lovibond Tintometresinde (PFXİ/ 995, Türkiye) ölçüldü. Tartımı alınan meyve tozları (1,0 gr), saf su ile 10 ml'ye tamamlanarak ölçüm kuvvetleri $\frac{3}{4}$ oranında örneklerle dolduruldu ve L^* , a^* , b^* değerleri tintometrede okundu (Yıldız Akbulut, 2021).

Kırılma indisi tayini

Kurutulan ananas, mango, hünnap ve portakal meyve tozlarının 1/10 oranında sulu çözeltileri hazırlanarak Abbe Refraktometresinde (Reicherd 1310488/MIII, ABD) kırılma indisi değerleri analiz edildi ve bu analiz sonucuna göre konsantrasyonları değerlendirildi (Yıldız Akbulut, 2021).

%DPPH radikal süpürme aktivitesi

Her meyve tozunun antioksidan aktivite yüzdesi, DPPH serbest radikal yöntemi ile belirlendi. DPPH radikal süpürme aktivitesinin ölçümü, Brand-Williams vd. (1995) tarafından açıklanan metoda göre analiz edildi. Hesaplamalar için eşitlik (1) kullanıldı;

$$\% \text{ DPPH radikal süpürme aktivitesi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} (1)$$

FTIR analizi

Elde edilen meyve tozlarının bileşimindeki organik gruplar FTIR spektrofotometresiyle (Bruker Invenion S) belirlendi. FTIR spektrumları 4000–400 cm^{-1} dalga boyu aralığında 4 cm^{-1} çözünürlükte ölçüldü.

Duyusal analiz

Duyusal analizler 18-40 yaş grubuna sahip eği-

timli 1 erkek 7 kadın olmak üzere, 8 panelist tarafından yapıldı. Renk, görünüş, koku ve tat değerlendirme parametreleri puanlama sisteminde 1 ve 5 aralığı (1: çok kötü, 2: kötü, 3: iyi, 4: daha iyi, 5: çok iyi) kullanıldı (Bağış ve Gün, 2023).

İstatistik analiz

İstatistiksel analiz için Minitab 16 yazılımı kullanıldı. Güven düzeyi %95 olan ANOVA ve Tukey testi kullanıldı.

Bulgular ve Tartışma

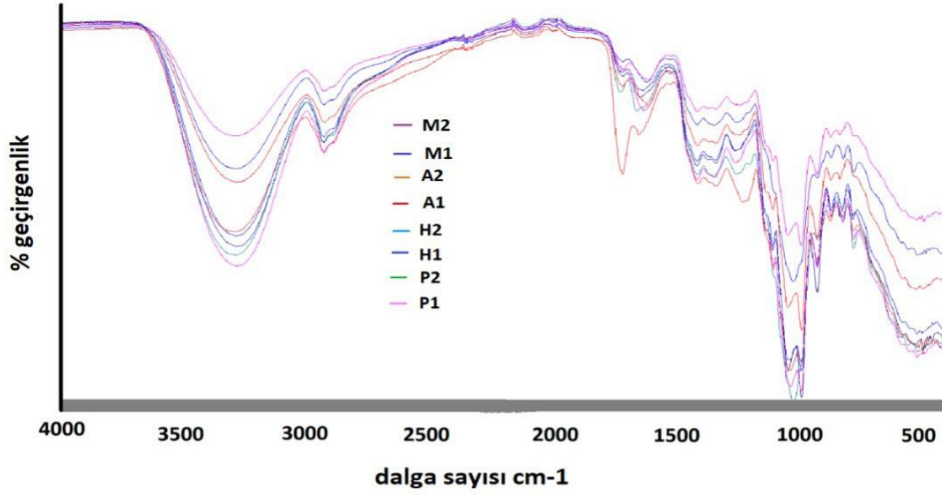
FTIR analizi

Dondurarak ve sıcak hava kurutma metotlarıyla kurutulmuş meyve tozlarının FTIR spektrumları Şekil 1'de gösterilmektedir. 4000-2500 cm^{-1} dalga boyları arasında meydana gelen pikler, molekülde O-H, N-H, C-H gerilme bölgesini temsil eder. 3400-3390 cm^{-1} de beliren geniş spektrumlu pik hidroksil grubunun varlığını kanıtlar. 2922 ve 2853 cm^{-1} pikleri alifatik C-H titreşimlerini temsil eder. 1800-1650 cm^{-1} bölgesi karbonil (C=O) grubunun varlığına işaret eder. 1743 cm^{-1} bandı burada karbonil varlığını gösterir. 1642 bandı ise C=C çift bağının varlığını gösterir. 1240, 1149, 1077 ve 1016 cm^{-1} bantları ise C-O gerilme bağlarının varlığına işaret eder. 1640 cm^{-1} bandı ise yapıda C=C çift bağının bulunduğuna atfedilir (Baysal vd., 2023).

Maltodextrin (MD) tipik pikleri 1646 cm^{-1} de C-OH grupları ve O-H gerilmeleri, 1704 cm^{-1} de C=O gerilmesi, 2925 cm^{-1} de C-H grupları, 3400-3475 cm^{-1} de hidroksil grupları varlığını gösterir. Ayrıca 800-1500 cm^{-1} aralığında beliren pikler tipik karbonhidrat bölgesi olarak rapor edilir (Paulino vd., 2011; Sritham ve Gunasekaran, 2017). MD spesifik bantları ise 929 cm^{-1} ile 759 cm^{-1} arasında görülür.

Şekil 1

Meyve tozlarının FTIR spektrumları



Renk, pH, nem ve kırılma indisi analizleri

Meyve suyu ve meyve tozu üretiminde kırılma indisi, nem, pH ve renk parametreleri öncelikli olarak ürünlerin tüketici beğenisini karşılamak için belirleyici özellikleridir. Renk parametreleri olarak L^* , a^* , b^* değerleri ürünün tüketilme arzusunu artıran bir özellik iken kırılma indisi değerleri ürünün konsantrasyonu hakkında belirleyici özellik olarak tat ve ağızda dolgunluk hissini belirlemektedir. Bunun yanı sıra asitlik değeri ise yine ürünün lezzet bileşenlerinin bir uyum içerisinde olup olmadığı konusunda fikir vermekte ve aynı zamanda sağlık açısından tüketilebilecek bir değerde olup olmadığı konusunda belirleyici olmaktadır. Nem analizleri ve asitlik değerleri ürünlerin raf ömrü analizleri üzerinde etkili olup, anlamlı bilgiler sunmaktadır. Çizelge 2 meyve tozlarının renk, pH, nem analizleri ve kırılma indisi değerlerini göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre, hünnap ve mangonun sıcak hava ile kurutulmuş hallerinin

dondurarak kurutulmuş haline göre daha asidik olduğu gözlemlendi. Portakal ve ananas meyvelerinin ise dondurarak kurutulmuş hallerinin, sıcak hava ile kurutulmuş haline göredaha asidik olduğu gözlemlendi (Wechtersbach, vd., 2011). Nem (su) miktarı gıdanın raf ömrünü etkileyen önemli bir parametredir. Bir gıdada kuru madde miktarı o gıdadaki su miktarı ile ters orantılıdır. Nem miktarının düşük olması zamanda raf ömrünün daha uzun olması ve mikroorganizmalara karşı daha dirençli bir ortamın oluşmasına olanak sağlamaktadır. Çizelge 2 de görüldüğü gibi sıcak hava ile kurutulmuş mango ve ananas tozunun (%21 ve %16) dondurarak kurutulmuş mango ve ananas (%17 ve %13) tozlarına karşı daha yüksek oranda nem içerdiği görüldü. Bu sonuç dondurarak kurutulmuş mango ve ananas meyvelerinde raf ömrünü uzatmada daha etkili olduğunu göstermektedir. Portakal ve hünnap meyveleri için dondurarak ve sıcak hava kurutma yöntemlerinin % nem değerlerine anlamlı bir etkisi görülmedi.

Çizelge 2*Meyve tozlarının renk, pH, nem analizleri ve kırılma indisi değerleri*

Grup	Renk			pH	% Nem	Kırılma indisi
	L^*	a^*	b^*			
M1	33,65	92,96	-106,50	3,86	21	1,3846
M2	9,85	1,75	10,11	3,90	17	1,3787
A1	14,78	6,32	22,89	3,76	16	1,3832
A2	6,31	0,36	3,72	3,63	13	1,3843
H1	8,07	11,73	13,71	4,68	10	1,3861
H2	6,62	0,76	5,39	4,74	10	1,3783
P1	12,62	5,98	19,19	4,23	13	1,3851
P2	5,41	1,33	6,15	4,14	14	1,3871

Kurutulmuş meyvelerin % nem değerleri literatürle karşılaştırıldığında ananas için sıcak hava ile kurutulmuş meyvelerin % nem değeri 10 iken, portakal için bu değer 9.53'dür (Polatçı ve Taşova, 2020; Gürel vd., 2016). Literatüre göre, sıcak hava ile kurutulmuş mango için % nem değeri 12.75 iken, hünnap için bu değer 10.22'dir (Alibaş, 2015; Koyuncu vd., 2021). Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında kurutulmuş mango ve ananas meyvelerinin % nem değerlerinin literatüre göre daha yüksek değerde olduğu görülmektedir. Ancak kurutma sıcaklıkları ve süreleri göz önüne alındığında nem oranındaki artışın beklenen standartlarda olduğu görülmektedir.

Kırılma indisleri karşılaştırıldığında sıcak hava ile kurutulmuş mango ve hünnap tozlarının kırılma indisleri dondurarak kurutulmuş mango ve hünnap tozlarına göre 1,3846 ve 1,3861 olmak üzere daha yüksek değerlere sahiptir. Bu sonuçlar sıcak hava ile kurutma işleminde daha yüksek konsantrasyon değerlerinin elde edildiğini göstermektedir. Bu durum liyofilizatör ile kurutulan üründe toplam kütlede fazla olmasına sebep olan immobilize suyun kalması ile açıklanabilir.

İlk olarak deneyde dondurarak ve sıcak hava ile kurutulan meyve tozlarından 1/10 oranında alınıp, saf su ile seyreltilerek L^* , a^* ve b^* de-

ğerleri hesaplandı. L^* değeri aydınlık değeridir, açık (+1*); koyu (-1*) olma durumu, a^* değeri kırmızı (-a*); yeşil rengi (+a*), b^* değeri sarı (+b*); mavi rengi (-b*) gösterir. L^* , a^* ve b^* değerleri 0'dan 100'e kadar sayılarla ifade edilir. Analiz sonuçlarına göre genel bütün dondurularak kurutulmuş meyve tozlarının parlaklık değeri gözle görülür bir şekilde daha parlak ve aydınlık 1 değerlerine sahiptir. Aynı şekilde a değerleri karşılaştırıldığında yine bütün dondurularak kurutulmuş meyve tozları yeşile daha yakın olmak üzere kırmızıdan uzaklaşmaktaydı. Dondurarak kurutulmuş meyve tozlarının b değerleri ise genel olarak sarıya daha yakın ve sıcak hava ile kurutulmuş meyve tozlarına göre maviden uzaklaşmaktadır.

% DPPH radikal süpürme aktivitesi

Analizler için 60 µM stok DPPH solüsyonu kullanılarak %50 seyreltme ile 30 µM konsantrasyonda seyreltik çözelti kullanıldı. Meyve tozlarının % DPPH radikal süpürme aktiviteleri çok etkili sonuçlar gösterdi. Sıcak hava ile kurutma ve dondurarak kurutma uygulanan meyve tozları örneklerinin % antioksidan aktivitesi kıyaslandığında ananas, mango ve portakalın analiz sonuçları sıcak hava ile kurutma yönteminde daha yüksek değerlere sahiptir. Meyve tozları arasında sadece hünnapa ait % süpürme aktiviteleri dondurarak kurutma yönteminde %86,49

olmak üzere daha yüksektir. En yüksek DPPH radikal süpürme aktivitesi hünnap meyvesinin göstermesinin nedeni olarak klorojenik asit, gallik asit, protoksekuik asit ve kafeik asit dahil olmak üzere, fenolik bileşiklerin yüksek seviyedeki içeriğine bağlı olduğu düşünülmektedir (Zhang vd., 2010). Meyve tozlarının DPPH

radikal süpürme aktivitesi Çizelge 3' de gösterildi. Literatürde genel olarak meyve kabuklarının tozlarının antioksidan etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada meyvenin özünün tozu elde edilerek DPPH radikal süpürme aktiviteleri meyve kabuklarının aktiviteleri ile oldukça yakın değerlere sahiptir (Özkaynak Kanmaz vd., 2017)

Çizelge 3

Meyve tozlarının % DPPH radikal süpürme aktiviteleri

Meyve çeşidi	% DPPH radikal süpürme aktivitesi*	
	Dondurarak kurutma	Sıcak hava ile kurutma
Hünnap	86,49 ±0,34	82,77 ±0,11
Portakal	22,01 ±0,23	50,57 ±0,11
Mango	27,75 ±0,34	46,78 ±0,23
Ananas	36,97 ±0,11	57,2 ±0,11

* Üç paralel analizin ortalaması ± Standart sapma

Çizelge 4

Bazı meyvelerin literatüre göre antioksidan aktivitesinin karşılaştırması

Örnek	DPPH Radikal süpürme aktivitesi	Kaynak
Limon kabukları	25,62±0,68	(Güzel ve Akpınar, 2017)
Mandalina kabukları	20,90±0,47	(Güzel ve Akpınar, 2017)
Portakal kabukları	18,40±0,37	(Güzel ve Akpınar, 2017)
Greylfurt kabukları	21,46±0,52	(Güzel ve Akpınar, 2017)
Nar ekstresi	83,36±0,18	(Türkmen vd., 2022)
Mango	94,1±0,5	(Murathan vd., 2022)
Hünnap ekstresi	71	(Özkan, 2017)
Hünnap ekstresi	10,34	(Yılmaz, 2019)
Dut ekstresi	34,58	(Yılmaz, 2019)
Ananas ekstresi	96,91	(Saksri ve Kumpun, 2019)
Ananas ekstresi	29,0 ± 0,2	(Yuris ve Siow, 2014)
Ananas ekstresi	18,4 ± 0,6	(Yuris ve Siow, 2014)
Kurutulmuş ananas (mikrodalga)	28,22 ±0,033	(Vidinamo vd., 2022)
Kurutulmuş Hünnap (sıcak hava)	82,77 ±0,11	(Bu çalışmada)
Kurutulmuş Portakal (sıcak hava)	50,57 ±0,11	(Bu çalışmada)
Kurutulmuş Mango (sıcak hava)	46,78 ±0,23	(Bu çalışmada)
Kurutulmuş Ananas (sıcak hava)	57,2 ±0,11	(Bu çalışmada)

Çizelge 4’de, bazı meyvelerin literatüre göre antioksidan aktivitesi karşılaştırılmaktadır. Yapılan literatür karşılaştırmasına göre meyve kabuklarının ekstrelerinin genel olarak meyve püresi ekstrelerine göre çok daha düşük antioksidan aktivite gösterdiği görülmektedir. Ayrıca literatürde kurutma işlemi uygulanmadan meyvelerin ekstrelerine ait DPPH radikal süpürme aktiviteleri kurutulmuş meyve püresi ekstreleriyle karşılaştırıldığında bazı araştırmalarda daha yüksek değere sahipken bazı araştırmalarda daha düşük aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Bu bulgular, hem temin edilen meyvenin içeriğine, hem de kurutma işlemlerinin antioksidan aktiviteyi artırıcı bir etkisi olduğu yönünde yorumlanabilir.

Duyusal analiz

Duyusal analize göre dondurularak kurutulmuş meyve tozlarının ham meyve formlarının aromalarıyla karşılaştırılmasında yüksek genel ka-

bul edilebilirlik gösterdi. Duyusal analiz sonuçlarına ve örümcek diyagramına göre elde edilen değerlendirmeler sırasıyla Çizelge 5 ve Şekil 2’de verildi. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre her bir kategoriye göre meyve tozlarının değerlendirilmesi aşağıdaki gibidir. Görünüş parametresine göre panelistler tarafından meyve tozlarının beğeni yüzdelik sıralaması Ananas>Mango>Hünnap>Portakaldır. Renk parametresine göre panelistler tarafından meyve tozlarının beğeni yüzdelik sıralaması Ananas>Mango>Hünnap=Portakaldır. Koku parametresine göre panelistler tarafından meyve tozlarının beğeni yüzdelik sıralaması Ananas>Hünnap>Mango> Portakaldır. En son olarak tat parametresine göre beğeni yüzdelik sıralaması Ananas>Hünnap>Mango> Portakaldır. Sonuçlar doğrultusunda en fazla beğeni alan meyve tozu keskin aromasıyla ananas oldu.

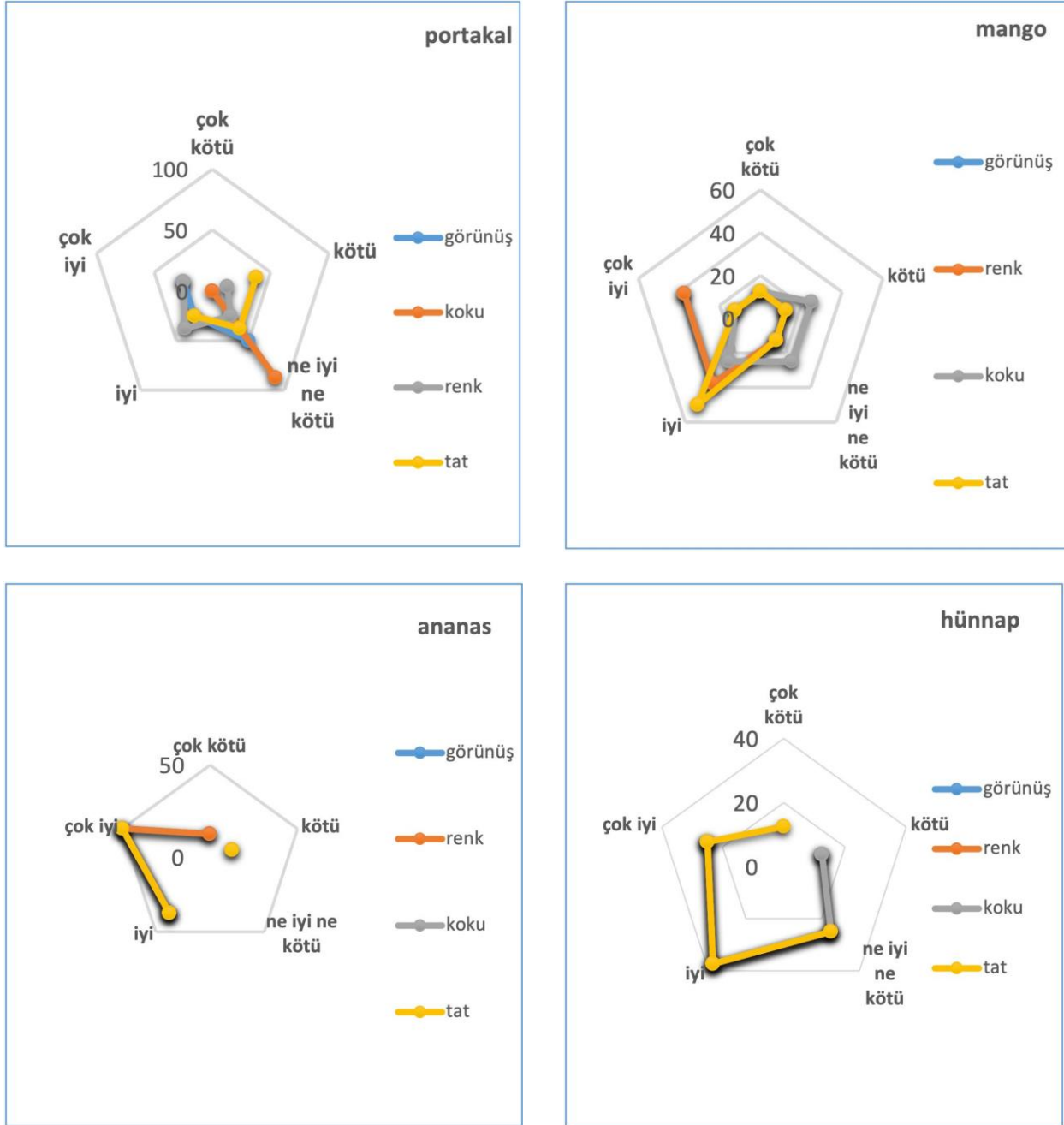
Çizelge 5

Dondurarak kurutulmuş meyve tozlarının duyusal analiz sonuçları (%)

Örnek	Değerlendirme parametresi	Çok kötü	Kötü	Ne iyi ne kötü	İyi	Çok iyi
A2	Görünüş	12,5	-	-	37,5	50
	Renk	12,5	-	-	37,5	50
	Koku	-	12,5	-	37,5	50
	Tat	-	12,5	-	37,5	50
M2	Görünüş	-	12,5	12,5	37,5	37,5
	Renk	-	12,5	12,5	37,5	37,5
	Koku	12,5	25	25	25	12,5
	Tat	12,5	12,5	12,5	50	12,5
H2	Görünüş	-	12,5	25	37,5	25
	Renk	-	12,5	25	37,5	25
	Koku	-	12,5	25	37,5	25
	Tat	12,5	-	25	37,5	25
P2	Görünüş	-	-	50	25	25
	Renk	-	12,5	25	37,5	25
	Koku	-	-	87,5	12,5	-
	Tat	-	37,5	37,5	25	-

Şekil 2

Meyve tozlarının duyu analizi örümcek diyagramı



Sonuç

Elde edilen sonuçlara göre, dondurarak kurutulmuş meyve püresi tozlarının % nem ve asitlik değerlerinin daha düşük olduğu görüldü. Bu sonuç, dondurarak kurutulmuş meyve püresi tozlarının daha uzun raf ömrüne yatkın olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda antioksidan aktivite analiz sonuçlarına göre ise sıcak hava ile kurutulmuş meyve tozlarının DPPH radikal süpürme aktiviteleri hünnap dışında daha yüksek aktivite gösterdi. Duyusal analiz sonuçlarına göre ise, dondurarak kurutulmuş meyve püresi tozlarından Ananas ve Hünnap meyvesinin daha yüksek beğeni kazandığı görüldü.

Kaynakça

Aktaş, M., Menlik, T., Boran, K., Aktekeli, B., Aktekeli, Z. (2014). Isı pompalı bir kurutucuda portakal kabuğu kurutulması. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 2(2), 229–238.

Alibaş, İ. (2015). İnce tabaka mango dilimlerinin mikrodalga tekniği ile kurutulması. *Anadolu Tarım Bilimi Dergisi*, 30, 99–109.

Ayrıkça, M.C. (2022). Dondurularak kurutulan yaban mersininin kinetik modeli ve efektif difüzyon hızı. [Yüksek lisans tezi, Karabük Üniversitesi]. DSpace . <http://acikerisim.karabuk.edu.tr:8080/xmlui/handle/123456789/1919>

Baysal, G., Olcay, H. S., Günneç, Ç. (2023). Encapsulation and antibacterial studies of goji berry and garlic extract in the biodegradable chitosan. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*, 38(3), 08839115231157097. <http://dx.doi.org/10.1177/08839115231157097>

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lwt-Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.

Chauhan A., Patil, V. (2013). Effect of packaging material on storage ability of mango milk powder and the quality of reconstituted mango milk drink. *Powder Technology*, 239, 86–93.

Cumhur, Ö. (2019). Ön işlem uygulamalarının meyve ve sebze ürünlerinin kalite parametreleri üzerine etkileri. [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi]. Bursa Uludağ Üniversitesi Açık Erişim Sistemi. <http://hdl.handle.net/11452/910>

Göğüş Bağış, N., Gün, A. (2023). Tarhana hamurundan üretilen ekmeklerin duyusal özelliklerinin değerlendirilmesi. *AYDIN GASTRONOMY*, 7(1), 1–13.

Gürel, A.E., Ceylan, İ., Aktaş, M. (2016). Meyve ve sebzelerin kurutma parametrelerinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part:C*, 4 (4), 267–273.

Güzel, M., Akpınar, Ö. (2017) Turunçgil kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (2), 153–167.

Kaplan, E., Taşova, M., Gülse Bal, H.S. (2020). Meyve kurutma yöntemlerine göre tüketici tercihleri: sunburst çeşidi mandalina örneği. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 1(2), 425–440.

Korkut, S., Hişmioğulları, Ş. E., Hişmioğulları, A. A. (2022). Hünnap (*Zizyphus jujuba*) meyvesinin biyolojik etkinliği ve kimyasal bileşimi. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11, 44–50.

Koyuncu, B., Demir, M. K., Olcay, N. (2021). Farklı kurutma metotları ile elde edilen hünnap (*Zizyphus jujuba*) meyve tozlarının bisküvi üretiminde kullanım olanakları. *Gıda*, 46 (5), 1158–1170.

- Murathan, Z. T., Abacı, Z. M., Kaya, A. (2022).** Türkiye'nin Akdeniz bölgesine adapte edilen bazı tropikal meyvelerin biyoaktif bileşenlerinin ve antioksidan kapasitelerinin analizi. *International Journal of Pure and Applied Science*, 8 (2), 279–285.
- Özkan, H. İ. (2017).** *Hünnap (Zizyphus jujuba mill.) meyvesinin bazı biyokimyasal bileşenleri ile antibakteriyel, hipoglisemik ve total antioksidan aktivitesinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Balıkesir Üniversitesi Akademik Arşiv Sistemi. <https://hdl.handle.net/20.500.12462/3239>
- Özkaynak Kanmaz, E., Saral, Ö. (2017).** The relationship between antioxidant activities and phenolic compounds in subcritical water extracts from orange peel. *GIDA*, 42 (5), 485–493.
- Polatçı, H., Taşova, M. (2020).** Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucu geliştirilmesi ve portakal kurutma performansının belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8 (1), 131–138.
- Uçan Türkmen, F., Sarıgüllü Önalın, F.E., Mercimek Takcı, H.A. (2022).** Nar kabuklarının su ve metanol ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11 (2), 363–372.
- Paulino, A.T., Fajardo, A., Júnior, A., Muniz, E., Tambourgi, E. (2011).** Two-step synthesis and properties of a magnetic- field-sensitive modified maltodextrin-based hydrogel. *Polymer International*, 60 (9), 1324–1333. <http://dx.doi.org/10.1002/pi.3084>
- Saksri, T., Kumpun, S. (2019).** *Antioxidant activity of pineapple (Ananas comosus)*. Semantic Scholar. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:219681883>
- Sarı, M., Karaaslan, S. (2014).** Ananasın mikrodalga ile kurutulması ve uygun kuruma modelinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 42–50.
- Soylu, P., Bayram, B., Dağdaş B. (2020).** Bal, propolis, arı sütü, çivanperçemi (*Achillea millefolium*) ve ekinezya (*Echinacea paradoxa*) karışımından fonksiyonel gıda üretimi, ürünün fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi. *Journal of Bahri Dagdas Animal Research*, 9 (1), 25-38.
- Sritham, E., Gunasekaran, S. (2017).** FTIR Spectroscopic evaluation of sucrose maltodextrin-sodium citrate bioglass. *Food Hydrocolloids*, 70, 371–382. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.04.023>
- Wechtersbach, L., Polak, T., Ulrih, N. P., Cigic, B. (2011).** Stability and transformation of products formed from dimeric dehydroascorbic acid at low pH. *Food Chemistry*, 129 (3), 965–973.
- Vidinamo, F., Fawzia, S., Karim, M. A. (2022).** Investigation of the effect of drying conditions on phytochemical content and antioxidant activity in pineapple (*Ananas comosus*). *Food and Bioprocess Technology*, 15, 72–81
- Yıldız Akbulut, E. (2021).** *Farklı koşullarda kurutulan Trabzon hurması (Diospyros kaki) ve kivi (Actinidia deliciosa) 'nin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite parametrelerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi Kurumsal Akademik Arşiv Sistemi. <https://hdl.handle.net/11630/8556>
- Yılmaz, G. (2019).** Hünnap (*Zizyphus zizyphus*) ağacı yaprak ve meyve ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması. [Yüksek lisans tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi]. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Kurumsal Akademik Arşiv Sistemi. <https://hdl.handle.net/20.500.11776/3568>

Yuris, A., Siow, L.F. (2014). A Comparative study of the antioxidant properties of three pineapple (*Ananas comosus L.*) varieties. *Journal of Food Studies*, 3 (1), 40–55.

Zhang, H., Jiang, L., Ye, S., Ye, Y., Ren, F. (2010). Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Ziziphus jujuba mill.*) from China. *Food and Chemical Toxicology*, 48 (6), 1461–1465.