



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/humder>

Farklı Kurutma Tekniklerinin Keme Mantarının (*Terfezia boudieri Chatin*) Özelliklerine Etkileri

*The Effects of Different Drying Techniques on The Quality of Keme Mushroom (*Terfezia boudieri Chatin*)*

Yazar(lar) (Author(s)): Bülent BAŞYİĞİT¹, Mehmet KARAASLAN²

¹ ORCID ID: 0000-0002-6617-1836

² ORCID ID: 0000-0001-8097-9535

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Başyigit B., Karaaslan M., "Farklı Kurutma Tekniklerinin Keme Mantarının (*Terfezia boudieri Chatin*) Özelliklerine Etkileri", *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(3): 239-246, (2020).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/humder/archive>



Farklı Kurutma Tekniklerinin Keme Mantarının (*Terfezia boudieri Chatin*) Özelliklerine Etkileri

Bülent BAŞYİĞİT¹, Mehmet KARAASLAN^{1,*}

¹Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 63300, Haliliye/ŞANLIURFA

Öz

Bu çalışmada keme mantarı (*Terfezia boudieri Chatin*) kabin kurutma, vakum kurutma, güneş enerjili kurutma ve dondurarak kurutma olmak üzere dört farklı yöntemle kurutulmuş ve kurutulmuş ürünlerin kül miktarı, nem miktarı, protein miktarı, su aktivitesi, renk değerleri, rehidrasyon kapasitesi ve duyu özellikleri üzerine kurutma metodlarının etkileri araştırılmıştır. Farklı kurutma metodlarının kül miktarı ve su aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş; ancak son üründe nem ve protein miktarları üzerine etkileri olmadığı tespit edilmiştir. Kül miktarı, nem miktarı, protein miktarı ve su aktivitesi değerleri sırasıyla %3.50-4.87, %17.88-19.37, %8.20-11.61 ve 0.181-0.283 olarak bulunmuştur. Dondurarak kurutma diğer tekniklerle karşılaştırıldığında renk özelliklerini korumada en iyi teknik olarak öne çıkmıştır. Ayrıca, en yüksek rehidrasyon kapasitesi ve tercih edilen duyu özelliklerin dondurarak kurutma tekniği ile elde edildiği tespit edilmiştir.

Makale Bilgisi

Başvuru: 06/11/2020

Yayın: 25/12/2020

Anahtar Kelimeler

Mantar kurutma
Kurutulmuş mantar özellikleri
Kuru keme
Güneş enerjili kurutma
Rehidrasyon kapasitesi

Keywords

Mushroom drying
Dried mushroom properties
Dried keme
Solar drying
Rehydration capacity

The Effects of Different Drying Techniques on The Quality of Keme Mushroom (*Terfezia boudieri Chatin*)

Abstract

Keme mushroom (*Terfezia boudieri Chatin*) was dried using four different methods including oven drying, vacuum drying, solar drying, and freeze-drying. The effects of these drying methods on ash content, moisture content, protein content, water activity, color, rehydration capacity, and sensory properties were investigated. Drying techniques had significant effect on ash content and water activity values while no statistical difference was evidenced in moisture and protein content of dried mushrooms. Ash content, moisture content, protein content, and water activity were 3.50-4.87%, 17.88-19.37%, 8.20-11.61%, and 0.181-0.283, respectively. The keme mushroom dried by freeze-drying preserved their color compared to the other methods during the drying process, indicating that freeze-drying was the best technique. Similarly, the most advanced rehydration capacity and sensory properties were obtained from mushrooms dried by this technique.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mantarlar sağlık üzerine pozitif etkileri olan ve yüzyıllardır insan beslenmesinde yer alan önemli gıda materyalleridir. Doğada 2000'den fazla mantar türü bulunmakta; ancak bunlardan sadece 22'si ticari amaçla değerlendirilmektedir [1]. Mantarların genel bileşimi incelendiğinde yaklaşık %47'si karbonhidrat, 3'ü yağ ve 33'ü proteindir [2]. Mantarlar riboflavin ve diğer B vitaminleri, selenyum, bakır ve potasyum içeriğinden dolayı mükemmel besin kaynaklarıdır; ayrıca yapılarında diyet lif, kitin ve β -glukanlar bulundurlar [3]. İçermiş oldukları bu özelliklerden dolayı kanser, kardiyovasküler, diyabet ve nörodejeneratif hastalıklar gibi birçok hastalığın önlenmesinde etkili oldukları belirtilmektedir [4]. Mantarlara olan talep de son yıllarda önemli düzeyde artmıştır. Dolayısıyla dünya genelinde artan tüketici taleplerine paralel olarak mantar yetiştirme alanlarında da önemli bir yükselme trendi gözlenmektedir. Ülkemizde mantar üretimi 2004 yılında 15.000 ton iken günümüzde bu rakam yaklaşık üç katına çıkmış

*Mehmet KARAASLAN, e-mail: mk385@cornell.edu

ve 41.000 tona ulaşmıştır [5]. Üretilen mantarlar arasında en büyük pay %86 ile *Agaricus* türü mantarlar oluştururken bunu %10 ile *Pleurotus* ve %3 ile *Lentinula edodes* türleri takip etmektedir [6]. Ayrıca kendi doğal ortamında yetişen ve yabani mantar olarak bilinen mantarlar besleyici, farmakolojik ve organoleptik özelliklerinden dolayı kültürü yapılan mantarlara göre daha fazla tercih edilmektedir [7]. *Ascomycetes* sınıfına ait türüf mantarları yabani mantarlar arasında bilinen ve yoğun tüketilen mantarlardır [8]. Bu mantarlar şubat ve nisan ayları arasında yağışları takiben ortaya çıkmaktadırlar [9]. İran, Irak, Kuveyt ve Türkiye'de, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da (Mısır, Cezayir, Tunus ve Fas), Güney Avrupa'da (Fransa, İspanya, Yunanistan ve İtalya) ve diğer Akdeniz'e komşu ülkelerde (Libya, Suriye) bakir topraklarda büyük miktarlarda doğal olarak yetişme ortamı bulurlar [10]. Türüf mantarları zengin bir protein, amino asit, yağ asidi, mineral ve karbonhidrat kaynağıdır [11]. İçermiş olduğu bu önemli moleküller nedeniyle antiinflamatuvar, antioksidan, antimikrobiyal, immün baskılayıcı, anti-mutajenik ve anti-kanserojen etkileri olduğu yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır [12–14]. Ülkemizde bu mantarların en çok talep görenleri arasında yöresel olarak kumi, tombalak, dümbelek gibi farklı isimlerle adlandırılan ve ülkemizin Güneydoğu Anadolu yöresinde yetişme alanı bulan keme (*Terfezia boudieri* Chatin) mantarlarıdır. Keme mantarı meşe, fındık ağaçların yoğun olduğu yerlerde ve *Helianthemum* cinsine ait bazı otsu bitkilerin kökleri ile ektomikorizal ortaklık oluştururlar ve bu bitkilerin köklerinden gerekli olan şeker ve organik asitleri alarak gelişimlerini sürdürürler [15]. Keme mantarları diğer mantarlarda olduğu gibi hasat edildikten sonra yüksek su aktivitesinden kaynaklı mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalara karşı oldukça duyarlıdır. Bu olumsuzlukları bertaraf etmek için farklı teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler arasında en bilinen ve sıklıkla uygulanan kurutma işlemi ön plana çıkmaktadır. Mantarların içeriğinde bulunan biyoaktif maddelerin degradasyonu göz önünde bulundurulduğunda kurutma tekniğinin seçimi ve işlem parametrelerinin optimizasyonu üzerinde durulması gereken önemli noktalardır. Bu manada kurutma parametrelerinin mantarların özellikleri (fiziksel, tekstürel, dehidrasyon vb.) üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar rapor edilmiştir [16,17]. Benzer şekilde bu çalışmada da keme mantarı (Şanlıurfa yöresinden elde edilen) dört farklı kurutma yöntemi (kabin kurutma, vakum kurutma, güneş enerjili kurutma ve dondurarak kurutma) ile kurutulmuştur. Kurutulan numunelerin nem içerikleri, protein miktarı, kül içerikleri, su ve rehidrasyon kapasitesi, renk değerleri tespit edilerek kurutma yöntemlerinin ürün kalitesine etkisi incelenmiştir. Ayrıca kurutmaya bağlı olarak ürünlerin duyuusal kabul edilebilirliği de değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan keme mantarı (*Terfezia boudieri* Chatin) Şanlıurfa'da yerel üreticilerden sağlanmıştır. Gerekli ön işlemler (ayıklama, temizleme ve kabuk soyma) yapıldıktan sonra keme mantarları kurutma çalışmaları için hazır hale getirilmiştir. Analizler esnasında kullanılan su Millipore Simplicity 185 sistemi (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılarak elde edilmiştir. Kimyasallar analitik saflıkta olup Sigma ve Merck'ten temin edilmiştir.

2.2. Kurutma

Gerekli ön işlemlerden geçirilen keme mantarları 2 mm kalınlığında dilimlenmiş ve önceden hazırlanmış olan 200 mL'lik 0.1 M askorbik asit solüsyonuna daldırılıp 30 dakika boyunca oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilmiştir. Süre sonunda mantar örnekleri kaba filtre kâğıdı kullanılarak süzülüş ve dört farklı kurutma (kabin kurutma (55 °C), vakum kurutma (55 °C), güneş enerjili kurutma ve dondurarak kurutma) metodu ile kurutulmuştur. Kurutulan örnekler öğütülmüş ve polietilen ambalajlarda ilave edilmiştir. Analizlerde kullanılmak üzere buzdolabında (4 °C) depolanmıştır.

2.3. Kül tayini

Üç gram mantar örnekleri darası alanmış krozelerde tartılmış ve yakma işlemi için daha önceden sıcaklığı (550 °C) ayarlanmış kül fırınına uygun bir şekilde yerleştirilmiştir. Kül miktarı 100 g örnekteki g örnek olarak ifade edilmiştir [18].

2.4. Nem tayini

Kurutulmuş mantar örneklerinin nem miktarları gravimetrik olarak analiz edilmiştir. Darası alınmış metal tartım kaplarına 3 gram farklı yöntemlerle kurutulmuş mantar örnekleri ilave edilmiş ve 105 °C'ye ayarlanmış etüvlerde 5 saat kurutulduktan sonra nem miktarları aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır [18].

$$Nem (\%) = \frac{(a-b)}{c} \times 100 \quad 2.1$$

a: örnek+tartım kabı ağırlığı (g), b: kurutulmuş örnek+tartım kabı ağırlığı (g), c: başlangıç örnek ağırlığı (g).

2.5. Protein tayini

Mantarların protein tayininde Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır [19]. Bu amaçla 1 gram öğütülmüş mantar örnekleri 6 gram yakma tuzu ile yakma tüpüne tartılmıştır. Bu karışımın üzerine 15 mL sülfürik asit ilave edilmiş ve sıcaklığı 200-250 °C olan yakma ünitesinde 15-20 dakika süre ile ön yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin asıl yakma işlemi 380 °C'de gerçekleştirilmiştir. Yakma işleminden sonra örnekler 40 °C'ye soğutulmuş ve üzerine sırasıyla 50 mL borik asit (%2) ve 100 mL sodyum hidroksit (%40) ilave edilmiştir. Elde edilen solüsyon 0.1 N hidroklorik asit ile titre edilmiş ve protein (%) miktarı aşağıdaki Eşitlik 2.2'ye göre hesaplanmıştır.

$$Protein (\%) = \frac{(V_{HCl} \times N_{HCl} \times 1.4)}{m} \times 6.25 \quad 2.2$$

V_{HCl} : hidroklorik asitin hacmi (mL), N_{HCl} : hidroklorik asitin normalitesi, m: tartılan örnek miktarı (g).

2.6. Su aktivitesi

Kurutulmuş mantarların su aktiviteleri Rotronic Hygropalm model (HygroPalm AW1, rotronic ag, Almanya) su aktivitesi cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler uygun bir şekilde cihaza yerleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar not edilmiştir [20].

2.7. Renk analizi

Kurutma sonrası elde edilen nihai ürünlerin renk parametreleri (L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık)) HunterLab ile belirlenmiştir [21].

2.8. Rehidrasyon kapasitesi

Rehidrasyon kapasitesinin ölçümü literatürde daha önce tanımlanan metodun modifikasyonu ile yapılmıştır [22]. 1 g mantar örneği içeren beherin üzerine 100 mL saf su ilave edilmiş ve örneklerin rehidrasyon kapasiteleri 480 dakika boyunca takip edilmiştir. Bu amaç için 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360, 420 ve 480'inci dakikalarda örnekler alınmış ve absorbe olmayan nemin uzaklaştırılması için bir filtre kâğıdı üzerinde belirli bir süre bekletilmiştir. Süre sonunda tartım işlemi yapılarak rehidrasyon kapasiteleri belirlenmiştir.

2.9. Duyusal analiz

Duyusal analizler 5 kadın ve 5 erkek olmak üzere 10 kişilik eğitimli panelist grubuyla yürütülmüştür. Panelistlerin yaş grubu 20 ile 55 arasındadır. Panelistler daha önce yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak seçilmiştir [23] ve renk, koku, gevreklik ve genel izlenim açısından izlenimlerini belirtmişlerdir. Duyusal değerlendirmelerde her bir parametrenin 1 (kabul edilemez) ile 9 (çok iyi) arasında hedonik olarak puanlanması sağlanmıştır.

2.10. İstatistiksel analizler

Tüm analizler en az iki tekerrür olacak şekilde yürütülmüştür. İstatistiksel analizlerde 22.0 SPSS (SPSS Inc., Chicago, USA) paket programı kullanılmıştır. Kurutma metodlarının sonuçlar üzerine etkisi

belirlemek için tek yönlü varyans uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %95 güven aralığında Tukey HSD testi ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Kül miktarı, nem miktarı, protein miktarı ve su aktivitesi

Farklı kurutma metotları ile kurutulan keme mantarlarının makro-bileşenleri ve su aktivitesi değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Çalışmada kullanılan keme mantarlarının kurutma işlemlerinden sonra kül, nem ve protein miktarları sırasıyla %3.50-4.87, %17.88-19.37 ve %8.20-11.61 arasında bulunmuştur. Kurutmaya bağlı olarak örneklerin kül miktarlarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.05$). Güneş enerjili kurutma (%4.87) ve vakum kurutma (%4.02) ile kurutulan örneklerin kül miktarlarının kabin kurutma (%3.85) ve dondurarak kurutma (%3.50) ile kurutulmuş örneklerinkinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kurutma işlemi mantar örneklerinin kül miktarları üzerine etkili bir parametredir [24]. Mikrobiyal gelişme üzerine etkili ve beslenme açısından önemli bir parametre olan kül miktarı kurutulmuş diğer mantarlardan daha düşük bulunmuştur [25]. Taze halde nem içeriği yaklaşık %80 olan keme mantarlarının kurutma işlemleri sonunda %20’nin altına düşmesi sağlanmıştır. Bu da hasattan hemen sonra mikrobiyal ve enzim aktivitesine oldukça duyarlı ve kısa sürede bozulma potansiyeli olan mantarların kurutma ile birlikte hassasiyetlerinin minimize edildiğini gösterir. Son ürünlerin nem içeriğinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Bu tüm kurutmalarda meydana gelen benzer dehidrasyon etkisine atfedilebilir. Yapılan bir çalışmada istiridye mantarlarının nem içeriği üzerine farklı kurutma tekniklerinin etkisinin olduğu belirtilmiş ve son ürünün nem içeriği keme mantarlarınınkinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir [26]. Bu durum farklı başlangıç materyali ve/veya kurutma yöntemi/süreleri ile açıklanabilir. Vakum kurutma, güneş enerjili kurutma ve dondurarak kurutma ile elde edilen nihai ürünlerin protein miktarları sırasıyla %10.40, %11.61 ve %11.16 olarak bulunmuştur ve bu değerler kabin kurutma ile elde edilen mantarlarınkinden (%8.20) daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak daha önceki çalışmalarda farklı kurutma teknikleri ile elde edilen mantar örneklerinin protein miktarları arasında farklılıklar olmadığı bildirilmiştir [24,26]. Farklı kurutma teknikleri ile kurutulan mantar örneklerinin su aktiviteleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Su aktivitesindeki bu farklılıklar nem ile devamlı doğrusal bir ilişkinin olmadığını göstermektedir [27]. Su aktivitesi doğrudan meydana gelebilecek bozulma reaksiyonları ile ilişkilidir. Dolayısıyla nihai ürünlerin su aktivitelerinin yüksek olması doğrudan mikrobiyal ve/veya biyokimyasal reaksiyonların yolunu açmakta ve ürünün raf ömrünün kısalmasına sebep olmaktadır [28]. Mantar örnekleri kurutulmadan önce su aktivitesi değerleri 0.972-0.927 arasında bulunmuştur. Kurutma sonrası su aktivitesi değerleri ise 0.181-0.267 olarak ölçülmüştür. Su aktivitesindeki farklılıklar kurutma tekniklerinin mantar örneklerinin por yapıları ve/veya morfolojileri üzerindeki farklı etkilere atfedilebilir. Ayrıca elde edilen düşük su aktivitesi değerleri örneklerin mikrobiyolojik ve biyokimyasal reaksiyonlara karşı hassasiyetlerinin minimize edildiğini göstermiştir [29].

Tablo 1. Mantar örneklerinin kül miktarı, nem miktarı, protein miktarı ve su aktivitesi değeri

Kurutma metotları	Kül (%)	Nem (%)	Protein (%)	Su aktivitesi
Kabin kurutma	3.85±0.10 ^c	17.88±0.95 ^a	8.20±0.90 ^b	0.267±0.02 ^b
Vakum kurutma	4.02±0.17 ^b	18.02±0.78 ^a	10.40±1.10 ^a	0.181±0.01 ^d
Güneş enerjili kurutma	4.87±0.14 ^a	19.11±0.85 ^a	11.61±0.50 ^a	0.283±0.01 ^a
Dondurarak kurutma	3.50±0.15 ^d	19.37±1.10 ^a	11.16±0.75 ^a	0.252±0.01 ^c

*Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a-d) ortalamalar arasındaki farkı temsil etmektedir ($p<0.05$).

3.2. Mantar örneklerinin renk değerleri

Renk tüketici talebi ve gıda materyallerinin piyasa değerini doğrudan etkileyen önemli parametrelerden birisidir. Kurutulmuş tüm ürünlerde olduğu gibi keme mantarlarının da kurutulduktan sonra doğal rengine mümkün olduğunca benzer olması istenmektedir. Mantarlar için yüksek L* değeri renk kalitesi için pozitif bir referans kabul edildiği belirtilmektedir [30]. Etüv fırın, vakum fırın, güneş enerjili sistem ve dondurarak kurutma ile kurutulmuş keme mantarlarının renk değerleri (L*, a* ve b*) Tablo 2’de verilmiştir. Dört farklı kurutma metodu ile kurutulmuş örneklerin renk değerlerinde istatistiksel olarak farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.05$). Yapılan çalışmalarda da farklı kurutma tekniklerinin mantar

örneklerinin renk değerleri üzerine etkili olduğu rapor edilmiştir [31,32]. En yüksek L* değeri (58.15) dondurarak kurutma ile kurutulmuş mantar örneklerinde tespit edilmiş öte yandan en düşük L* değeri güneş enerjili sistem kullanılarak kurutulmuş örneklerde bulunmuştur. Bu durum, enzimatik esmerleşmede önemli rol oynayan oksijen miktarındaki farklılık ile açıklanabilir [33]. Ayrıca, sıcaklıkla birlikte şekerler ve proteinler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonunun da etkisi olabilir [34]. Mantar örneklerinin a* değerlerinin 6.01-14.67 olduğu tespit edilmiştir. Pozitif b* değeri ise örneklerdeki sarı renge doğru olan eğilimi temsil etmektedir. b* değeri mantarların görünüşü açısından pozitif bir etkiye sahiptir. Pozitif etkiye sahip olan bu değer dondurarak kurutmada (28.69) en yüksek bulunmuş ve bu kurutmaya sırasıyla kabin kurutma (26.53), vakum kurutma (25.57) ve güneş enerjili kurutma (16.01) takip etmiştir.

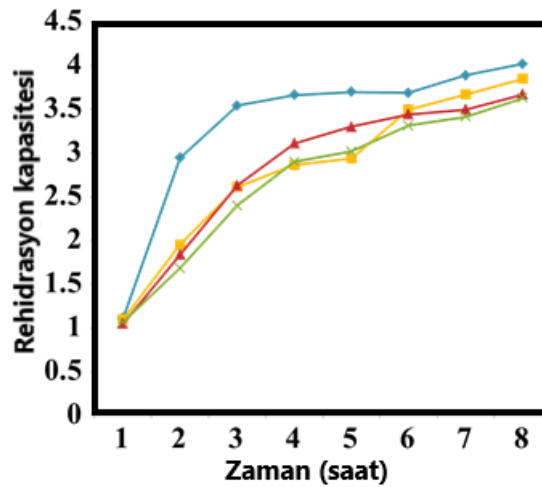
Tablo 2. Mantar örneklerinin renk değerleri

Kurutma metodları	L*	a*	b*
Kabin kurutma	53.44±0.15 ^b	7.03±0.01 ^c	26.53±0.01 ^b
Vakum kurutma	49.60±0.12 ^c	14.67±0.03 ^a	25.57±0.06 ^c
Güneş enerjili kurutma	42.15±0.10 ^d	12.15±0.04 ^b	16.01±0.10 ^d
Dondurarak kurutma	58.15±0.14 ^a	6.01±0.02 ^d	28.69±0.60 ^a

*Aynı sütündeki farklı küçük harfler (^{a-d}) ortalamalar arasındaki farkı temsil etmektedir ($p < 0.05$).

3.3. Rehidrasyon kapasitesi

Rehidrasyon kapasitesi kurutulmuş materyallerde önemli bir kalite kriteridir. Bu karakterde kurutulmuş ürünün suya maruz bırakıldığında herhangi bir işlem görmemiş taze haline yakın oranda bünyesine su alarak esas yapısına ve şekline dönmesidir. Rehidrasyon yeteneği, suda belirli koşullarda tutulması sonucu ürünün kazandığı su miktarı ile ölçülür. Bu çalışmada temel hedeflerden bir tanesi de keme mantarlarının rehidrasyon kapasitesi üzerine en iyi etkiyi gösteren kurutma yönteminin belirlenmesidir. Dört farklı metotla kurutulmuş keme mantarlarının 480 dakika boyunca rehidrasyon oranlarında meydana gelen değişim Şekil 1'de verilmiştir. Mantar örneklerinin rehidrasyon kapasiteleri kurutma tekniğine göre farklılık göstermiştir. Kabin kurutma, vakum kurutma, güneş enerjili kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri ile kurutulmuş örneklerin rehidrasyon kapasiteleri sırasıyla, 3.83, 3.67, 3.63 ve 4.26 olarak tespit edilmiştir. Farklı kurutma teknikleri kullanılarak yapılan çalışmalarda düğme mantarının bu önemli kalite parametresi keme mantarından daha düşük bulunmuştur [35,36]. Ayrıca, dondurarak kurutma metodu ile elde edilen nihai keme mantarlarının rehidrasyon kapasitesi diğer kurutmalara göre daha gelişmiş olduğu belirlenmiştir. Kabin kurutma, vakum kurutma ve güneş enerjili kurutma metodları da dondurarak kurutma kadar olmasa da keme mantarlarının rehidrasyon kapasitesini arzu edilebilir şekilde geliştirmiştir. Dolayısıyla bu metodların da farklı gıda materyallerinin kurutulmasında değerlendirme potansiyellerinin olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. Mantarların kabin kurutma (■), vakum kurutma (▲), güneş enerjili kurutma (◆) ve dondurarak kurutma (●) yöntemine bağlı olarak rehidrasyon kapasitesi

3.4. Duyusal analiz

Kurutma metotlarının keme mantarlarının duyusal özellikleri üzerine etkisi tüketici beğenisi açısından değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde renk değerleri açısından vakum ve dondurarak kurutucular ön plana çıkmasına rağmen gevreklik değeri için en iyi metotlar kabin ve vakum kurutucular olduğu bulunmuştur. Örnekler için yapılan genel değerlendirme de ise dondurarak kurutulmuş örneklerin panelistler tarafından ilk tercih edilen örnekler olduğu bu kurutmayı sırasıyla etüv, vakum ve güneş enerjili kurutucuların izlediği belirlenmiştir.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Kabin kurutma, vakumlu kurutma, güneş enerjili kurutma ve dondurarak kurutma karşılaştırıldığında dondurarak kurutma metodunun keme mantarının özellikleri dikkate alındığında öne çıkan yöntem olduğu tespit edilmiştir. Kurutma işlemi keme mantarlarının hasat sonrası uzun raf ömrüne sahip olmasını sağlamada etkili olmuştur. Ayrıca kurutma sonrası uygun öğütme yöntemleri ile toz forma getirilerek çeşni olarak ve hatta gıda formülasyonlarında kullanılacak bir ara ürün olarak değerlendirilme potansiyeli oluşturabilir. Gelecek çalışmalarda kurutmanın keme mantarının antioksidan, antidiyabet ve antimikrobiyal aktivite gibi farklı biyolojik aktiviteleri üzerine etkileri araştırılabilir. Bu çalışmanın, mantarların özellikle keme mantarlarının kurutulması ile ilgili gelecek çalışmalara yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] P. Manzi, A. Aguzzi, L. Pizzoferrato, Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73: (2001) 321–325. doi:10.1016/s0308-8146(00)00304-6.
- [2] F.A. Ayaz, H. Torun, A. Colak, E. Sesli, M. Millson, R.H. Glew, Macro- and microelement contents of fruiting bodies of wild-edible mushrooms growing in the East Black Sea region of Turkey. *Food Science & Nutrition*, 02 (2011) 53–59. doi:10.4236/fns.2011.22007.
- [3] M.J. Feeney, J. Dwyer, C.M. Hasler-Lewis, J.A. Milner, M. Noakes, S. Rowe, M. Wach, R.B. Beelman, J. Caldwell, M.T. Cantorna, L.A. Castlebury, S.-T. Chang, L.J. Cheskin, R. Clemens, G. Drescher, V.L. Fulgoni, D.B. Haytowitz, V.S. Hubbard, D. Law, A. Myrdal Miller, B. Minor, S.S. Percival, G. Riscuta, B. Schneeman, S. Thornsby, C.D. Toner, C.E. Woteki, D. Wu, Mushrooms and health summit proceedings. *Journal of Nutrition*, 144: (2014) 1128–1136. doi:10.3945/jn.114.190728.
- [4] J.J. Zhang, Y. Li, T. Zhou, D.-P. Xu, P. Zhang, S. Li, H.-B. Li, Bioactivities and health benefits of mushrooms mainly from China. *Molecules*, 21: (2016) 938. doi:10.3390/molecules21070938.
- [5] Production/Yield Quantities of Mushrooms and Truffles in Turkey. 27 Haziran 2019, <http://www.fao.org/faostat>.
- [6] E. Eren, A. Pekşen, Türkiye’de kültür mantarı sektörünün durumu ve geleceğine bakış. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4: 3 (2016) 189-196.
- [7] L. Barros, P. Baptista, D. Correia, S. Casal, B. Oliveira, I. Ferreira, Fatty acid and sugar compositions, and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. *Food Chemistry*, 105: (2007) 140–145. doi:10.1016/j.foodchem.2007.03.052.
- [8] H. De la Varga, F. Le Tacon, M. Lagouet, F. Todesco, T. Varga, I. Miquel, D. Barry-Etienne, C. Robin, F. Halkett, F. Martin, C. Murat, Five years investigation of female and male genotypes in périgord black truffle (*Tuber melanosporum* Vittad.) revealed contrasted reproduction strategies, *Environmental Microbiology*, 19: (2017) 2604–2615. doi:10.1111/1462-2920.13735.

- [9] R.S. Mohammed, R.S. Ahmed, R.O. Abdaljalil, Uranium, Thorium, Potassium, and Cesium radionuclides concentrations in desert truffles from the Governorate of Samawah in Southern Iraq. *Journal of Food Protection*, 81: (2018) 1540–1548. doi:10.4315/0362-028x.jfp-18-138.
- [10] S.A.M. Khalifa, M.A. Farag, N. Yosri, J.S.M. Sabir, A. Saeed, S.M. Al-Mousawi, W. Taha, S.G. Musharraf, S. Patel, H.R. El-Seedi, Truffles: From Islamic culture to chemistry, pharmacology, and food trends in recent times. *Trends in Food Science and Technology*, 91: (2019) 193–218. doi:10.1016/j.tifs.2019.07.008.
- [11] H.A. Bokhary, S. Parvez, Chemical composition of desert truffles *Terfezia clavaryi*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 6 (1993) 285–293. doi:10.1006/jfca.1993.1031.
- [12] A.A.R.A. Al-Hassnawi, Evaluation of antibacterial activity of aqueous and methanolic extracts of pomegranate peels (*Punica granatum* L.) against some bacteria. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 6: 8 (2017) 2426–2436. <http://dx.doi.org/10.20959/wjpr20178-9193>.
- [13] S. Janakat, S. Al-Fakhiri, A.-K. Sallal, A promising peptide antibiotic from *Terfezia clavaryi* aqueous extract against *Staphylococcus aureus in vitro*. *Phytotherapy Research*, 18: (2004) 810–813. doi:10.1002/ptr.1563.
- [14] M.A. Murcia, M. Martínez-Tomé, A.M. Jiménez, A.M. Vera, M. Honrubia, P. Parras, antioxidant activity of edible fungi (truffles and mushrooms): Losses during industrial processing. *Journal of Food Protection*, 65: (2002) 1614–1622. doi:10.4315/0362-028x-65.10.1614.
- [15] F. Gücin, B. Dülger, The researches on the keme truffle (*Terfezia boudieri Chatin*) that is edible and showing antimicrobial activities. *Ekoloji*, 23: (1997) 27-33.
- [16] S.G. Walde, V. Velu, T. Jyothirmayi, R.G. Math, Effects of pretreatments and drying methods on dehydration of mushroom. *Journal of Food Engineering*, 74: (2006) 108–115. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.02.008.
- [17] N. Kotwaliwale, P. Bakane, A. Verma, Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying. *Journal of Food Engineering*, 78: (2007) 1207–1211. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.12.033.
- [18] AOAC International. *Official Methods of Analysis*, vol. 67, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. pp. (1984) 503–515.
- [19] V. de L.M. Finete, M.M. Gouvêa, F.F. de C. Marques, A.D.P. Netto, Is it possible to screen for milk or whey protein adulteration with melamine, urea and ammonium sulphate, combining Kjeldahl and classical spectrophotometric methods? *Food Chemistry*, 141: (2013) 3649–3655. doi:10.1016/j.foodchem.2013.06.046.
- [20] F. Tatar, M.T. Tunç, M. Dervisoglu, D. Cekmecelioglu, T. Kahyaoglu, Evaluation of hemicellulose as a coating material with gum arabic for food microencapsulation. *Food Research International*, 57: (2014) 168–175. doi:10.1016/j.foodres.2014.01.022.
- [21] K. Duangmal, B. Saicheua, S. Sueeprasan, Colour evaluation of freeze-dried roselle extract as a natural food colorant in a model system of a drink. *LWT-Food Science and Technology*, 41: (2008) 1437–1445. doi:10.1016/j.lwt.2007.08.014.
- [22] L. Seremet (Ceclu), E. Botez, O.-V. Nistor, D.G. Andronoiu, G.-D. Mocanu, Effect of different drying methods on moisture ratio and rehydration of pumpkin slices. *Food Chemistry*, 195: (2016) 104–109. doi:10.1016/j.foodchem.2015.03.125.
- [23] M.L. dL Francisco, A.V.A. Resurreccion, Antioxidant capacity and sensory profiles of peanut skin infusions. *LWT-Food Science and Technology* 47: (2012) 189–198. doi:10.1016/j.lwt.2011.12.008.
- [24] C. Muyanja, D. Kyambadde, B. Namugumya, Effect of pretreatments and drying methods on chemical composition and sensory evaluation of oyster mushroom (*Pluerotus Oestreatus*) powder

- and soup. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38: (2012) 457–465. doi:10.1111/j.1745.4549.2012.00794.
- [25] W.I. Wan Rosli, N. Mailhiza, M. Raushan, The ability of oyster mushroom in improving nutritional composition, β -glucan and textural properties of chicken frankfurter. *International Food Research Journal*, 22: 1(2015).
- [26] N. Bashir, M. Sood, J.D. Bandral, Impact of different drying methods on proximate and mineral composition of oyster mushroom (*Pleurotus florida*). *Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK)*, 19: 3 (2020), 656-661.
- [27] M.O.P. Bicudo, J. Jó, G.A. de Oliveira, F.P. Chaimsohn, M.R. Sierakowski, R.A. de Freitas, R.H. Ribani, Microencapsulation of juçara (*Euterpe edulis* M.) Pulp by spray drying using different carriers and drying temperatures. *Drying Technology*, 33: (2014) 153–161. doi:10.1080/07373937.2014.937872.
- [28] M.S. Tapia, S.M. Alzamora, J. Chirife, Effects of water Activity (a_w) on microbial stability as a hurdle in food preservation. *Water activity in foods: Fundamentals and Applications*, (2020) 323–355. doi:10.1002/9781118765982.ch14.
- [29] D. Vandeweyer, S. Lenaerts, A. Callens, L. Van Campenhout, Effect of blanching followed by refrigerated storage or industrial microwave drying on the microbial load of yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). *Food Control*, 71: (2017) 311–314. doi:10.1016/j.foodcont.2016.07.011.
- [30] H. Wang, M. Zhang, A.S. Mujumdar, Comparison of three new drying methods for drying characteristics and quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *Drying Technology*, 32 (2014) 1791–1802. doi:10.1080/07373937.2014.947426.
- [31] H. Kantrong, A. Tansakul, G.S. Mittal, Drying characteristics and quality of shiitake mushroom undergoing microwave-vacuum drying and microwave-vacuum combined with infrared drying. *Journal of Food Science and Technology*, 51: (2012) 3594–3608. doi:10.1007/s13197-012-0888-4.
- [32] Y. Tian, Y. Zhao, J. Huang, H. Zeng, B. Zheng, Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms. *Food Chemistry*, 197: (2016) 714–722. doi:10.1016/j.foodchem.2015.11.029.
- [33] A. Artnaseaw, S. Theerakulpisut, C. Benjapiyaporn, Drying characteristics of shiitake mushroom and Jinda chili during vacuum heat pump drying. *Food and Bioprocess Technology*, 88: (2010) 105–114. doi:10.1016/j.fbp.2009.09.006.
- [34] N.I.E. Isik, N. Izlin, Effect of different drying methods on drying characteristics, colour and microstructure properties of mushroom. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53: (2014) 105-16.
- [35] I. Das, A. Arora, Alternate microwave and convective hot air application for rapid mushroom drying. *Journal of Food Engineering*, 223: (2018) 208–219. doi:10.1016/j.jfoodeng.2017.10.018.
- [36] S.K. Giri, S. Prasad, Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave-vacuum and convective hot-air dried mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 78: (2007) 512–521. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.10.021.