



PLEUROTUS OSTREATUS'TAN MANTAR TOZU ÜRETİMİNDE KURUTMA İŞLEMİNİN YANIT YÜZEY YÖNTEMİ KULLANILARAK OPTİMİZASYONU

OPTIMIZATION OF DRYING PROCESS OF MUSHROOM POWDER PRODUCTION FROM PLEUROTUS OSTREATUS USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Nurcan DOĞAN^{1*}, Cemhan DOĞAN¹, Sezen BİLGİN², İbrahim HAYOĞLU³, Ömer DAĞISTANLI⁴

¹ Gıda İşleme Bölümü, Boğazlıyan Meslek Yüksek Okulu, Bozok Üniversitesi, Yozgat, Türkiye.

nurcan.dogan@bozok.edu.tr, cemhan.dogan@bozok.edu.tr

² Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye.

sezen_bil@hotmail.com

³ Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye.

ihayoglu@harran.edu.tr

⁴ Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Boğazlıyan Meslek Yüksek Okulu, Bozok Üniversitesi, Yozgat, Türkiye.

omer.dagistanli@bozok.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 19.06.2015, Kabul Tarihi/Accepted: 25.10.2015

* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2015.82957

Özel Sayı Makalesi/Special Issue Article

Öz

Ülkemizde kavak, kayın ve istiridye mantarı olarak bilinen *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*'dan (şapkalı mantar) sonra üretimi yapılan ikinci mantar türüdür. Taze ve işlenmiş mantarlar ürünleri dünya çapında tat ve lezzetleri bakımından büyük ilgi görmektedir. Dünyada üretilen yemeklik mantarın %40-50'si taze olarak tüketilmektedir. Ancak hasat edilen mantar yüksek nem ve enzim içeriği nedeniyle ancak ortalama bir hafta depolanabilmekte ve depolama sürecinde hızla kalite kaybı görülmektedir. Yapılan bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak mantarın kurutulmasının yanında gıda işleme prosesine uygun olarak toz haline getirilmesinin optimize edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan optimizasyon sonucunda 50 °C'de 269.02 dk. yapılan kurutma işleminin en uygun kurutma normu olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sıcaklık ve süre normlarında bulunan *EC*₅₀ değeri, Toplam Fenolik Madde Miktarı ve istenebilirlik oranı sırası ile; 275.464, 0.762 ve 0.976 olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Pleurotus ostreatus*, Antioksidan, Toplam fenolik, optimizasyon

Abstract

Pleurotus ostreatus that known as poplar, beech and oyster mushrooms is second generation after *Agaricus bisporus* with the fungal species. Fresh and processed mushrooms products are in great demand worldwide in terms of taste and flavor. Edible mushrooms produced in the world is consumed fresh 40-50%. However, due to the high moisture content and enzyme, harvested mushrooms that can be stored for about one week and shows rapid loss of quality in the storage process. This situation limits the consumption of fresh edible fungus, so the marketing of canned mushrooms, drying and freezing and storage technology has come to the fore. In this study, besides the drying, unlike other studies it is intended to optimize the pulverization of the fungus according to the food processing operation. As a result of optimization, drying conditions of 50 °C and 269.02 minutes was concluded as the most suitable drying standard. *EC*₅₀ value, Total Phenolic Content and desirability rate are determined respectively; 275.464, 0.762 and 0.976 in this norm.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, Antioxidant, Total phenolic, optimization

1 Giriş

Dünyada yaklaşık 3295983 ton/yıllık mantar üretilmektedir [1]. Gelişmiş ülkelerde kişi başına yılda 2.5 kg mantar düşerken [2] ülkemizde ise bu değer 0.4 kg'dır. Dünya mantar üretiminin büyük bir kısmı Çin ABD, Hollanda, İspanya, Fransa, Polonya İtalya'da yapılmakta olup bu ülkelerdeki mantar yetiştiriciliği tam anlamıyla bir endüstri halini almıştır [3]. Dünya kültür mantarı üretiminin türlere göre dağılımına bakıldığında, %37.8 ile *Agaricus bisporus* %24.2 ile *Pleurotus* türleri yer almaktadır (Tablo 1).

Dünya üzerinde binden fazla *Pleurotus* türü tanımlanmıştır. Ancak bununla birlikte *Pleurotus* cinsinde sadece 50 kadar tür kabul edilmektedir [4]. Çalışmada *Pleurotus ostreatus* türü incelenecektir. Ülkemizde kavak veya kayın mantarı olarak bilinmektedir ve kavak, kayın, meşe, ıhlamur, söğüt, ceviz ve kestane vb. ağaçların çürümüş gövdelerinde yabancı olarak yetişmektedir [5]. 1914'lü yıllarda Almanya'da başlayan çalışmalarda ilk olarak bu mantarın kavak kütükleri üzerinde

yetiştirildiği bildirilmektedir. Ancak doğaya bağlı olarak yapılan geleneksel yöntemlerle düşük randıman elde edilmiştir.

1959 yılında talaş üzerinde yetiştiriciliğinin yapılmasıyla yetiştiricilik açısından önemli bir gelişme kaydedilmiştir. 1970 yılından itibaren yetiştiriciliğinde hububat saplarının kullanılmaya başlamasıyla birlikte *Pleurotus* türlerinin ticari olarak üretimi başlamıştır [6],[7]. *Pleurotus ostreatus*'un dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak bulunan beyaz şapkalı mantar (*Agaricus bisporus*) türünden farklı olarak, yetiştirme ortamının fermente olmamış materyal olması üretimini cazip hale getirmektedir. Ayrıca bu mantar türünün çevresel kontrole çok az ihtiyaç duyması, hastalık ve zararlı böceklerle karşı dirençli olması *P. ostreatus*'un üretimini diğer mantar türlerinin üretimine kıyasla daha cazip kılmaktadır [8]. Günümüzde, terapötik özelliklere sahip olan 270 mantar türü saptanmış olup, birçok çalışmada *Pleurotus* türlerinin pek çok hastalığın tedavisinde; anti-kanser, immünomodülatör, antiviral, antibiyotik anti-inflamatuar ve

antioksidan aktivite gösterdiği belirtilmiştir [9]. *Pleurotus* türleri içerisinde en yaygın yetiştiriciliği yapılan *Pleurotus ostreatus* türüdür. Mantarların taze ve işlenmiş ürünleri dünya çapında tat ve lezzetleri bakımından büyük ilgi görmektedir. Beslenme özelliği açısından iyi derecede protein kaynağı olması yanında fizyolojik fonksiyonları regüle eden organik bileşikler içermektedir. Mantarların içermiş oldukları fenolik bileşikler, terpenler ve steroidler, ürüne fonksiyonel özellik katmaktadır [10]. Araştırmalar antioksidan kapasiteye sahip yeni doğal kaynakların temininde mantarlar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Mantar veya mantardan izole edilmiş biyoaktif bileşenlerinin düzenli şekilde tüketilmesinin sağlık açısından yararlı olacağı belirtilmektedir. Bu yüzden mantarlara fonksiyonel gıda gözüyle bakılmaktadır. Birçok araştırmacı *P. ostreatus*'un antioksidan etkisi ve toplam fenolik madde miktarı üzerine araştırma yapmıştır. Dünyada üretilen yemeklik mantarın %40-50'si taze olarak tüketilmektedir. Hasat edilen mantar yüksek nem ve enzim içeriği nedeniyle ancak ortalama bir hafta depolanabilmekte ve depolama sürecinde hızla kalite kaybı görülmektedir. Bu durum yemeklik mantarların taze olarak tüketimini sınırlamakta, bu yüzden mantarların pazarlanmasında konserve, kurutma ve dondurma teknolojisi gibi muhafaza yöntemleri uygulanmaktadır [11].

Tablo 1: Dünya Kültür Mantarı Üretiminin Türlerine Göre Oransal Dağılımı [2].

Tür	Üretim (1000 Ton)	Toplam Üretim Yüzdesi (%)
<i>Agaricus bisporus</i>	1424	37.8
<i>Pleurotus spp.</i>	909	24.2
<i>Auricularia spp.</i>	400	10.6
<i>L.edodes</i> (Shiitake)	393	10.4
<i>Volvariella volvacea</i>	207	5.5
<i>F. velutipes</i>	143	3.8
<i>Tremella fuciformis</i>	105	2.8
<i>Hericium erinaceus</i>	90	2.4
<i>Pholita nameko</i>	53	1.4
<i>H.marmoreus</i>	22	0.6
<i>G.froncosa</i>	7	0.2
Diğerleri	10	0.3
Toplam	3763	100.0

Bu çalışmanın amacı, kurutma işlemi sırasında uygulanan farklı sıcaklık ve süre uygulamalarının *P. ostreatus*'un antioksidan ve toplam fenolik madde miktarlarına etkisini belirlemektir. Mantarın kurutulmasının amacı, taze halde ürüne ulaşmada duyulan sıkıntı olmakla birlikte asıl amaç toz haline getirilmiş mantarın farklı gıda proseslerinde kullanılabilme imkânının artırılması ve ürün yelpazesinin genişletilmesidir. Bu şekilde toz haline getirilmiş olan mantar, mantar tadının istenildiği durumlarda baharat olarak kullanılabilir. Ayrıca mantarın sahip olduğu biyoaktif bileşenler gıdalara fonksiyonel özellik kazandırabilir.

2 Materyal ve Metot

2.1 Materyal

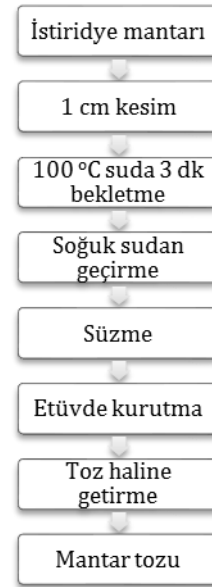
2.1.1 *Pleurotus ostreatus*

Mantar tozu üretiminde kullanılacak *Pleurotus ostreatus*, mantar miseli temin edilerek uygun şartlarda üretilmiştir (Şekil 1).

2.2 Metot

2.2.1 *Pleurotus ostreatus* Tozu Üretimi

İstiridye mantarı hasat edilmiş, 1 cm büyüklüğünde doğranmış ve taze haldeyken 100 °C'lik su banyosunda (Daihan WSB-30 hassas dijital çalkalamalı su banyosu) 3 dk. tutulmuştur. Isıl işlem uygulanan mantarlar soğutulmuş ve uygun sıcaklık ve sürelerde etüvde (Daihan WAC 32, D-63450, Korea) kurutulmuştur. Kurutulan mantarlar laboratuvar tipi çelik blender waring (21/8011ES Two speed Stainless Steel 21/CAC33 3.6 .40 Standard High 22,000 Low18,00, UK) ve toz granüllerinin daha küçük olması için kahve değirmeninden (Bosch MKM6000, Germany) geçirilerek toz haline getirilmiştir (Şekil 1). Mantar tozunun üretimi ve optimizasyon işlemi için Design Expert 7.0 paket programından yararlanılmıştır. Kurutma işlemi deneme tasarımı dikkate alınarak gerçekleştirilmiş ve RSM (Yanıt Yüzey Yöntemi)'de istenilen cevaplar doğrultusunda optimizasyonu yapılmıştır.



Şekil 1: Mantar Tozu Üretim Akış Şeması.

2.2.2 *Pleurotus ostreatus* Tozunda Yapılan Analizler

2.2.2.1 Örneklerin Hazırlanması

Örneklerin ekstraksiyonunda solvent olarak su (ön çalışmalar da su, metanol ve etanol solventleri kullanılmış olup en uygun solventin su olduğu kanaatine varılmıştır) kullanılmıştır. 1 g örnek tartılmış ve üzerine 10 ml su eklenmiştir. Daha sonra çalkalamalı su banyosunda 40 °C de 30 dk. bekletilmiştir. Süre sonunda ekstraktlar 4000 rpm'de 10 dk. santrifüj edilmiş ve süpernatant alınmış ve toplam fenolik madde analizi ve DPPH serbest radikali indirgeme aktivite testinde stok çözelti olarak kullanılmıştır. Bulanıklık olması halinde Politetrafloroetilen (PTFE) filtreden (Minisart® SRP25 Syringe Filters 175760.45µm; 25mm) geçirilerek süzülmüştür.

2.2.2.2 Toplam Fenolik Madde Tayini (TFMM)

Mantar tozu örneklerinden su solventi ile alınan ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarı (TFMM) analizi orijinali [12] tarafından geliştirilen metoda dayanan, [13] tarafından

modifiye edilen metot esas alınarak gerçekleştirilmiştir. TFMM, gallik asit grafiğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

2.2.2.3 Antioksidan Aktivite Tayini

Mantar tozu örneklerinden su solventi ile alınan ekstraktların antioksidan kapasitelerinin bir ifadesi olan DPPH radikalini indirgeme aktivitesi (antiradikal aktivite, (%ARA)) [14] metoduna göre gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki Denklem (1)'e göre %inhibisyon hesaplanmış ve ortamdaki DPPH radikalinin yarısını inhibe eden konsantrasyon (EC₅₀) regresyon eğrisi kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Yüzde inhibasyon} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} * 100 \quad (1)$$

(A₀ : Kontrol Absorbans , A₁ : Numune Absorbans)

2.2.3 Yanıt Yüzey Yöntemine Göre Deneme Tasarımının Oluşturulması

Mantar tozu üretiminde; kurutma sıcaklığı (°C) ve süresi (dk.) faktör olarak seçilerek oluşturulmuş olan deneme tasarımına göre mantar tozu üretimi gerçekleştirilmiştir. Kurutma sıcaklığı ve süresinin (bağımsız değişken=faktör), bağımlı değişkenler üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Mantar tozu için 5 seviye, 2 faktör Merkezi Kompozit Dizayn kullanılarak deneme kurulmuştur. Deneme tasarımından elde edilen verilerden bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyebilmek için modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modellerin deneysel verileri hangi oranda temsil ettiğini belirlemek amacıyla varyans analizi (ANOVA) gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle her bir faktörün lineer, kuadratik ve interaksiyon etkilerinin yanıtlar üzerindeki istatistiksel önemlilikleri %95 güven seviyesinde Fischer (F-testi) testi uygulanarak bulunmuştur.

Faktörler için kodlanmış noktalardan;

-λ: Faktörün en düşük seviyesini

1: Faktörün düşük seviyesini

0: Faktörün merkez noktasını

1: Faktörün yüksek seviyesini

+λ: Faktörün en yüksek seviyesini göstermektedir.

Mantar tozu için deneme tasarımında faktörlerin kodlanmış ve gerçek değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Mantar Tozunun Kurutulması İçin Faktörlerin Kodlanmış Gerçek Seviyeleri.

Bağımsız Değişken	Kodlanmış Seviyeler				
	En Düşük (-1.414)	Düşük (-1)	Merkez (0)	Yüksek (1)	(En Yüksek) (1.414)
Sıcaklık (°C)	45.86	50	60	70	74.14
Süre (dk.)	215.15	240	300	360	384.85

Mantar tozu için deneme tasarımında faktörlerin kodlanmış ve gerçek değerlerinden oluşan toplam 13 deneme tasarımı Tablo 3'te verilmiştir.

Kurutma normları belirlenirken yapılan ön çalışmalar ve literatürdeki veriler dikkate alınarak -1 kodlanmış seviyede sıcaklık 50 °C, süre 240 dk. ve +1 kodlanmış seviyede sıcaklık 70 °C, süre 360 dk. olarak sisteme girilmiştir. En düşük ve en yüksek kodlanmış değerlerde çalışmak mümkün

olamayacağından matematiksel yuvarlamalar yapıldıktan sonra işlem yapılmıştır.

Denemeler sistematik hataları minimize etmek için gelişigüzel sıralama ile gerçekleştirilmiştir. Optimizasyonda istatistiksel değerlendirme kriteri olarak Antioksidan etki ve Toplam fenolik madde cevaplarına bağlı istenirlik fonksiyonuna göre optimum noktalar belirlenmiştir.

Tablo 3: Mantar Tozu İçin 2 Faktör-5 Seviye Merkezi Karma Tasarımı.

Deneme No	Deneme Sırası	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Kurutma Süresi (Dakika)
1	13	50 (-1)	240 (-1)
2	1	70 (1)	240 (-1)
3	10	50 (-1)	360 (1)
4	5	70 (1)	360 (1)
5	8	45.86 (-λ)	300 (0)
6	12	74.14 (+λ)	300 (0)
7	6	60 (0)	215.15 (-λ)
8	2	60 (0)	384.85 (+λ)
9	3	60 (0)	300 (0)
10	4	60 (0)	300 (0)
11	9	60 (0)	300 (0)
12	11	60 (0)	300 (0)
13	7	60 (0)	300 (0)

*Faktörlerin kodlanmış seviyeleri parantez içerisinde gösterilmiştir.

3 Araştırma Bulguları ve Tartışma

Uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre elde edilen mantar tozu örneklerinin Antioksidan kapasiteleri üzerine etkisini ortaya koyan polinomiyal modele ait denklem (2) aşağıdaki şekildedir;

$$Y = 963.11 - 17.82X_1 - 2.19X_2 - 0.01X_1X_2 + 0.24X_1^2 + 4.89X_2^2 \quad (2)$$

Mantar tozu üretiminde uygulanan sıcaklık ve sürenin örneklerin EC₅₀ değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Tablo 4'te, Şekil 2'de ve Şekil 3'te verilmiştir. Tablo 4'teki regresyon modeline ait yüksek determinasyon katsayısı (R² = 0.9702) bu regresyon modeli ile mantar tozu antioksidan madde miktarlarının kurutma sıcaklığı ve süresine göre etkili bir biçimde belirlenebileceğini göstermektedir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler EC₅₀ değerinin 269.878-477.75 g örnek/g DPPH arasında değiştiğini göstermiştir. Örneklerin EC₅₀ değeri sıcaklığa bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analizler, kurutma sıcaklığının örneklerin, antioksidan madde içerikleri üzerine etkisinin önemli olduğunu ortaya koymuştur (p<0.05).

Örneklerin, kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre elde edilen TFMM üzerine etkisini ortaya koyan polinomiyal modele ait denklem (3) aşağıdaki şekildedir.

$$y = 1.41 - 0.01X_1 - 2.90E - 004X_2 \quad (3)$$

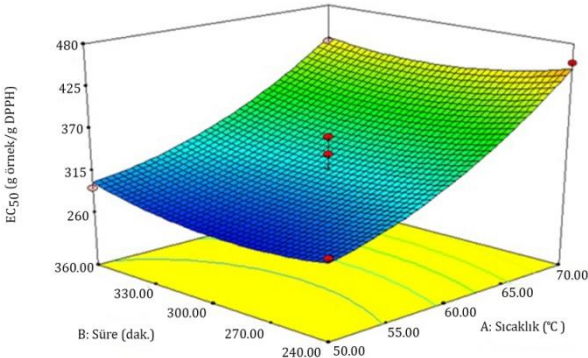
Mantar tozu üretiminde uygulanan sıcaklık ve sürenin örneklerin TFMM üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Tablo 5'te, Şekil 4'te ve Şekil 5'te verilmiştir. Tablo 5'ten anlaşılacağı üzere regresyon modeline ait yüksek

determinasyon katsayısı ($R^2=0.8630$) bu regresyon modeli ile mantar tozundaki toplam fenolik madde miktarı (TFMM) kurutma sıcaklığı ve süresine göre etkili bir biçimde belirlenebileceğini göstermektedir. TFMM miktarı tüm örnekler içinde 0.419-0.77 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Örneklerin TFMM değeri sıcaklığa bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analizler, kurutma sıcaklığının örneklerin TFMM içerikleri üzerine etkisinin önemli olduğunu ortaya koymuştur ($p<0.05$)

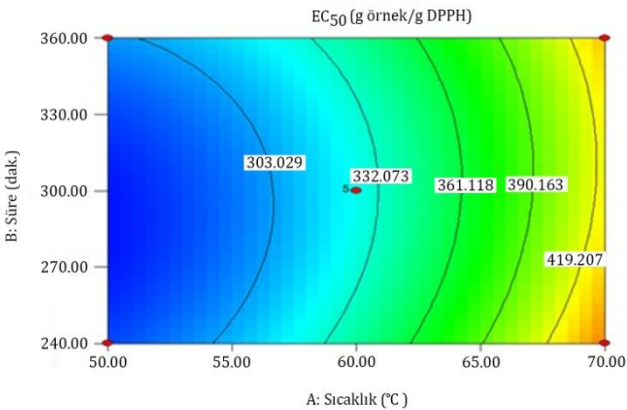
Tablo 4: Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin *Pleurotus ostreatus* örneklerinin antioksidan (EC_{50}) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	F- Değeri	p-Değeri
Model	5	50170.38	25.3316	0.0002
X ₁ (Sıcaklık)	1	44429.33	112.164	<0.0001
X ₂ (Süre)	1	2.70719	0.00683	0.9364
X ₁ X ₂	1	215.3263	0.54360	0.4849
X ₁ ²	1	4047.37	10.2178	0.0151
X ₂ ²	1	2151.48	5.4315	0.0526
Kalıntı	7	2772.767		
U.E.	3	387.3141	0.2165	0.8804
Saf hata	4	2385.453		
Toplam	12	52943.14		

S.D.: Serbestlik derecesi, U.E.: Uyum eksikliği



Şekil 2: Mantar Tozu EC_{50} değerinin üç boyutlu gösterimi.



Şekil 3: Mantar Tozu EC_{50} değerinin dış hatlı gösterimi.

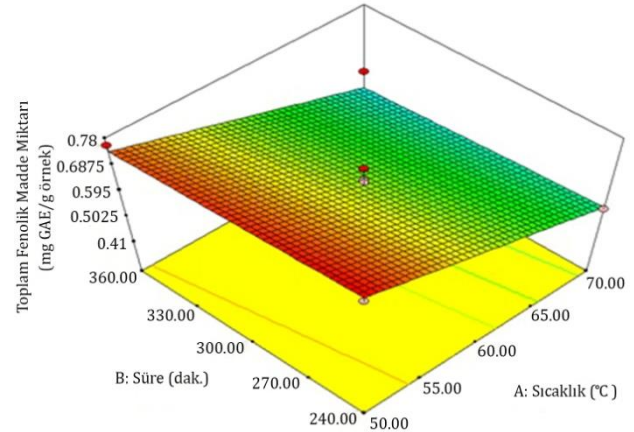
Pleurotus ostreatus tozunun kurutma normlarının optimizasyonunda EC_{50} değerinin en düşük, TFMM ise en yüksek aldığı değer seçilmiş ve optimizasyon yapılmıştır. Optimizasyon sonucunda elde edilen değer 50 °C ve 269.02 saniye olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklık ve süre normlarında

bulunan EC_{50} değeri, TFMM ve istenebilirlik oranı sırası ile 275.464, 0.762 ve 0.976 olarak belirlenmiştir. Optimizasyon normlarında belirlenen değerler kullanılarak yapılan analiz sonuçları da veri seti sonuçlarını teyit eder niteliktedir. Sıcaklık artışına bağlı olarak TFMM ve antioksidan madde miktarı azalmıştır. Buda kurutma sıcaklığının örneklerin, antioksidan madde ve TFMM içeriği üzerine etkisinin olduğu ve etkisinin de önemli olduğunu ortaya koymuştur ($p<0.05$). Mantar fenolikleri mükemmel bir antioksidan özelliği taşır. Bazı yenilebilir mantarların antioksidan aktiviteleri ile toplam fenolik bileşik miktarları arasında bir korelasyonun var olduğu bilinmektedir [15]. Buda çalışmadan elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

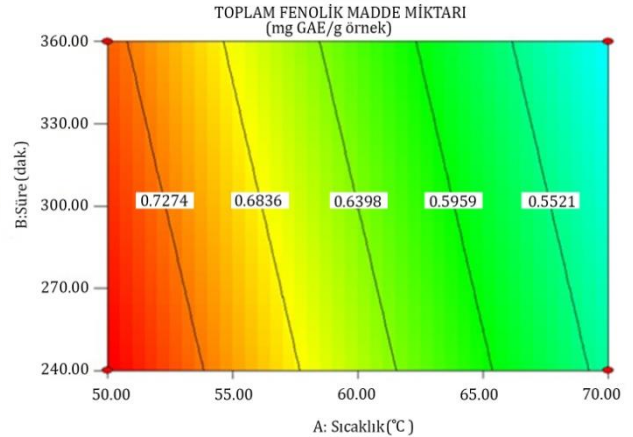
Tablo 5: Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin *Pleurotus ostreatus* örneklerinin TFMM üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	F- Değeri	p- Değeri
Model	2	0.1065	31.4935	<0.0001
X ₁ (Sıcaklık)	1	0.1041	61.5488	<0.0001
X ₂ (Süre)	1	0.0024	1.4381	0.2581
Kalıntı	10	0.0169		
U.E.	6	0.0108	1.1826	0.4556
Saf hata	4	0.0061		
Toplam	12	0.1234		

S.D.: Serbestlik derecesi, U.E.: Uyum eksikliği.



Şekil 4: Mantar Tozu TFMM üç boyutlu gösterimi.



Şekil 5: Mantar Tozu TFMM üç boyutlu gösterimi.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, haşlama işlemi yapılmadan oda şartlarında kurutulmalara göre daha düşük çıkmıştır [16],[17]. Bunun nedeni haşlama işlemi yapılması ve ürünün oda sıcaklığında kurutulmamasıdır. Haşlama en yaygın kullanılan ön işlemlerden biri olup, ürün kalitesini olumsuz şekilde etkileyen enzimleri inaktivasyonunda önem taşır [18]. Ancak haşlama işlemi sırasında, bileşimindeki suda çözünebilir bir takım besin bileşenlerinde kayıplar olabilmektedir [19]. Haşlama işleminin suda çözünür fenolik bileşiklerde azalmaya neden olduğu düşünülmektedir. Ancak mantar tozunun gıda proseslerinde kullanımı için yapılan duyu analizler neticesinde zorunlu olduğundan haşlama işlemine gerek duyulmuştur.

4 Sonuç

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar uygun normlarda kurutma işlemi sonucu elde edilen mantar tozunun çoğu gıda prosesinde kullanım potansiyeline sahip antioksidan etkisi olan bir ürün olduğunu göstermektedir. Böylece geliştirilecek bir kurutma işlemi gıda üretim proseslerinde hızlı kullanılabilme imkanı bulmuş, tüketici tercihlerine uygun, istenen tat ve tekstüre sahip, beslenme değeri yüksek çeşitli ürünlere ve mantar tadının istenildiği tüm gıdalarda baharat olarak kullanılabilen bir ürünün piyasada kendine yer bulma imkanı sunar.

5 Teşekkür

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisine katkı sağlayan tüm yazar ve hakemlere ayrıca çalışma kapsamında hammadde olarak kullanılan *pleurotus ostreatus* miselini sağlayan Sylvan Tarım Ürünlerine A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

6 Kaynaklar

- [1] FAO. "Statistics | FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations". http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp (12.05.2008).
- [2] Öztürk A, Çopur ÖU. "Mantar Bileşenlerinin Terapötik Etkileri". *Bahçe*, 37(2), 11-17, 2008.
- [3] MarketsandMarkets. "Mushroom Market worth". <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/mushroom.asp> (31.03.2015).
- [4] Chang ST, Miles PG. *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. 2nd ed. New York, USA, CRC Press, 2004.
- [5] Ağaoğlu YS, Güler M. *Doğal ve Kültüre Alınabilir Mantar Türleri-II; Kayın Mantarı (Pleurotus spp.) Yetiştiriciliği*. Ankara, Türkiye, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 1991.
- [6] Güler M. *Kayın Mantarı Yetiştiriciliği*. Ankara, Türkiye, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 1988.

- [7] Doğan H. Çay Atıklarından Hazırlanan Değişik Yetiştirme Ortamları ve Bu Ortamlara Uygulanan Farklı Dezenfeksiyon Yöntemlerinin *Pleurotus sajour-caju* Mantarının Verim ve Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye, 2000.
- [8] Sánchez C. "Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and Other Edible Mushrooms". *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(5), 1321-1337, 2010.
- [9] Cohen R, Persky L, Hadar Y. "Biotechnological Applications and Potential of Wood-Degrading Mushrooms of the Genus *Pleurotus*". *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58(5), 582- 594, 2002.
- [10] Sarangi I, Ghosh D, Bhutia SK, Mallick SK, Maiti TK. "Anti-tumor and Immunomodulating Effects of *Pleurotus ostreatus* Mycelia-Derived Proteoglycans". *International Immunopharmacology*, 6(8), 1287-1297, 2006.
- [11] Erbay B, Küçüköner E. "Mantarın Besin Değeri ve Tüketim şekilleri". *Türkiye 8. Yemeklik Mantar Kongresi*, Kocaeli, Türkiye, 15-17 Ekim 2008.
- [12] Singleton VL, Rossi JA. "Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents". *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158, 1965.
- [13] Li Y, Guo C, Yang J, Wei J, Xu J, Cheng S. "Evaluation of Antioxidant Properties of Pomegranate Peel Extract in Comparison with Pomegranate Pulp Extract". *Food Chemistry*, 96(2), 254-260, 2006.
- [14] Singh RP, Chidambara Murthy KN, Jayaprakasha GK. "Studies on the Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 81-86, 2002.
- [15] Sarıkürkcü C, Karşlı Semiz D, Solak MH, Harmandar M. "Muğla Yöresi Yenilebilir Mantar Ekstraktlarının Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi". *Türkiye 8. Gıda Kongresi*, Bursa, Türkiye, 26-28 Mayıs 2004.
- [16] Jayakumar T, Thomas PA, Geraldine P. "In-Vitro Antioxidant Activities of an Ethanolic Extract of The Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus*". *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(2), 228-234, 2009.
- [17] Yang JH, Lin HC, Mau JL. "Antioxidant Properties of Several Commercial Mushrooms". *Food Chemistry*, 77(2), 229-235, 2002.
- [18] Keçebaş T. Farklı Haşlama Uygulamalar ile Saklamanın Kurutulmuş Brokolinin Renk ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, 2007.
- [19] Coşkun Y. Mantar (*Agaricus bisporus*) Konservesi Üretiminde Çeşitli Ön Önlemlerin Bazı Element Miktarının Değişimi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye, 1997.