

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**İSTİRİDYE MANTARINDAN (*Pleurotus ostreatus*) MANTAR TOZU ve CİPS
ÜRETİMİNİN OPTİMİZASYONU**

Nurcan DOĞAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2016

Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU danışmanlığında, Nurcan DOĞAN' nın hazırladığı “İstiridye Mantarından (*Pleurotus ostreatus*) Mantar Tozu ve Cips Üretiminin Optimizasyonu” konulu bu çalışma 22 / 01 / 2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

1. Danışman: Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU

2. Danışman: Doç. Dr. Mustafa ÇAM

Üye: Prof. Dr. Ayhan ATLI

Üye: Prof Dr. A. Ferit ATASOY

Üye: Doç Dr. Osman KOLA

Bu Tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 14044

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	6
2.1. İstiridye Mantarı.....	6
2.1.1. İstiridye mantarı yetiştiriciliği ve üretimi.....	13
2.1.1.1. Kompost (Yetiştirme ortamı).....	15
2.1.1.2. Ortam ve kompost dezenfeksiyonu.....	18
2.1.1.3. Misel ekimi ve kuluçka dönemi.....	19
2.1.1.3. Primordium oluşumu ve hasat dönemi.....	20
2.2. Kurutma.....	22
2.3. Buğday.....	24
2.4. Cips.....	25
2.4.1. Kızartma.....	30
2.4.2. Fırın.....	32
2.4.3. Mikrodalga.....	33
2.5. Serbest Radikaller, Fenolik Bileşenler ve Antioksidanlar.....	34
2.6. Fonksiyonel Gıdalar.....	40
2.7. Cipslerde tekstür ve duyu özellikler.....	43
2.8. Yanıt Yüzey Yöntemi (RSM= Response Surface Metodu).....	44
2.9. Optimizasyon.....	45
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	47
3.1. Materyal.....	47
3.1.1. İstiridye mantarı.....	47
3.1.1.1. İstiridye mantarı üretiminde kullanılan hammaddeler.....	47
3.1.2. Mantar tozu üretimi.....	47
3.1.3. Cips üretimi.....	48
3.2. Yöntem.....	49
3.2.1. İstiridye mantarı üretimi.....	49
3.2.1.1. Kompost hazırlama.....	49
3.2.1.2. Kompostun pastörizasyonu.....	50
3.2.1.3. Misel.....	50
3.2.1.4. Ortam dezenfeksiyonu.....	51
3.2.1.5. Mantar miseli ekim (İnokülasyon).....	51
3.2.1.6. Kompostun torbalara dolumu.....	52
3.2.1.7. İnkübasyon (misel sarımı- kuluçka dönemi).....	53
3.2.1.8. Primordium oluşumu ve hasat.....	53
3.2.2. Mantar tozu ve cips üretimi.....	54
3.2.2.1. Ön İşlemler.....	54
3.2.2.2. Kurutma yöntemi.....	54
3.2.2.3. İstiridye mantarının kurutmaya hazırlanması.....	55
3.2.2.4. Cips hamuru oluşturulması.....	56
3.2.3. Taze mantar, mantar haşlama suyu, mantar tozu ve mantar tozu katkılı cipslerde yapılan temel analizler.....	59
3.2.3.1. Kurumadde tayini.....	60
3.2.3.2. Yağ analizi.....	60
3.2.3.3. Kül analizi.....	60
3.2.3.4. Protein miktarı tayini.....	61
3.2.3.5. pH ölçümü.....	61
3.2.3.6. Su aktivitesi tayini.....	61
3.2.3.7. Renk analizi.....	61

3.2.4. Taze mantar, mantar tozu, mantar haşlama suyu ve mantar tozu katkılı cipslerde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri	61
3.2.4.1. Taze mantar, mantar tozu, mantar haşlama suyu ve mantar tozu katkılı cips örneklerinde ekstraksiyon	62
3.2.4.2 Toplam fenolik madde tayini	62
3.2.4.3 Antioksidan aktivite tayini	63
3.2.5. Yanıt yüzey yöntemine göre deneme tasarımının oluşturulması	65
3.2.6. Mantar cipslerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi	70
3.2.7. Duyusal analiz	71
3.2.8. Depolama stabilitesi tayini	72
3.2.9. İstatistiksel analiz ve optimizasyon	72
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	74
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları ve Tartışma	74
4.2. İstiridye Mantarı Tozu	78
4.2.1. Ön işlemler	78
4.2.1.1. Mantar haşlama suyu	78
4.2.2. Fizikokimyasal analizler	81
4.2.2.1. Kurumadde miktarı	82
4.2.2.2. Kül miktarı	84
4.2.2.3. Protein miktarı	86
4.2.2.4. Su aktivitesi	88
4.2.3. Renk değerleri	90
4.2.3.1. L* değeri	91
4.2.3.2. a* değeri	93
4.2.3.3. b* değeri	95
4.2.4. Biyokimyasal özellikler	97
4.2.4.1 Antioksidan aktivite	98
4.2.4.2. İstiridye mantarı tozunda toplam fenolik madde miktarı (TFMM)	100
4.2.5. İstiridye mantarı tozu optimizasyonu	105
4.3.1. Kızartılmış istiridye mantarı tozu katkılı cips üretimi	108
4.3.1.1. Fizikokimyasal analizler	108
4.3.1.2. Tekstürel özellikler	128
4.3.1.3. Biyokimyasal analizler	132
4.3.1.4. Renk değerleri	139
4.3.1.5. Duyusal analizler	148
4.3.1.6. Kızartma cipsinin optimizasyonu	151
4.3.2. Fırınlanmış istiridye mantarı tozu katkılı cips üretimi	155
4.3.2.1. Fizikokimyasal analizler	155
4.3.2.2. Tekstürel özellikler	169
4.3.2.3. Biyokimyasal analizler	173
4.3.2.4. Renk değerleri	180
4.3.2.5. Duyusal analizler	189
4.3.2.6. Fırınlanmış cipsin optimizasyonu	193
4.3.3. Mikrodalga fırın yöntemi ile pişirilmiş istiridye mantarı cips üretimi	195
4.3.3.1. Fizikokimyasal analizler	196
4.3.3.2. Tekstürel özellikler	210
4.3.3.3. Biyokimyasal analizler	213
4.3.3.4. Renk değerleri	219
4.3.3.5. Duyusal analizler	228
4.3.3.6. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin optimizasyonu	232
4.4. Optimum Noktaları Belirlenen Mantar Tozu ve Cipslerin Depolama Sonuçları	234
4.4.1. Mantar tozu örneklerinin depolama sonuçları	234
4.4.2. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolama sonuçları	236
4.4.2.1. Fizikokimyasal analiz sonuçları	237
4.4.2.2. Biyokimyasal analiz sonuçları	246
4.4.2.3. Renk ölçüm sonuçları	249
4.4.2.4. Duyusal analiz sonuçları	253

5. GENEL DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER	260
5.1. Genel Değerlendirme	260
5.1.1. Mantar tozunun depolamaya bağlı genel değerlendirilmesi	262
5.1.2. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin fizikokimyasal özelliklerinin depolamaya bağlı genel değerlendirilmesi	263
5.1.3. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin biyokimyasal özelliklerinin depolamaya bağlı genel değerlendirilmesi	265
5.1.4. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin duyuşal özelliklerinin depolamaya bağlı genel değerlendirilmesi	266
5.1. Öneriler	270
KAYNAKLAR	273
ÖZGEÇMİŞ	294
EKLER	298



ÖZET

Doktora Tezi

İSTİRİDYE MANTARINDAN (*Pleurotus ostreatus*) MANTAR TOZU VE CİPS ÜRETİMİNİN OPTİMİZASYONU

Nurcan DOĞAN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU
Yıl:2016, Sayfa:300

Bu çalışmada; istiridye mantarından mantar tozu ve cips elde etme olanakları araştırılarak taze mantarın kurutulması ve özelliklerinin ortaya konulması aynı zamanda kurutulmuş mantar tozunun üç farklı pişirme yöntemi (kızartma, fırın, mikrodalga) ile cips üretiminde değerlendirme olanakları araştırılmıştır. Bu şekilde toz haline getirilmiş istiridye mantarını işlenmiş gıda sektöründe değerlendirilmesiyle çeşitli fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesine ışık tutması hedeflenmiştir. İstiridye mantarı tozu ve cipsi üretiminde uygulanan kurutma ve pişirme yöntemlerinde deneme tasarımlarının oluşturulması ve optimizasyonu Design Expert 7 istatistiksel paket programının, Response Surface Methods (RSM=Yanıt Yüzey Yöntemi) ve Central Composite Design modeli esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Üretilen mantar tozu ve mantar tozu katkılı cipslerde çeşitli analizler neticesinde en uygun yöntem koşulları belirlenmeye çalışılmış ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Optimum noktalarda üretilen mantar tozu ve farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmiş cipslerin fonksiyonel ürün profilinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu amaçla istiridye mantarının kontrollü şartlarda üretimi yapılmıştır. Mantar tozu deneme noktaları dikkate alınarak etüvde kurutulmuş olup fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri bakımından optimize edilmiştir. İstiridye mantarının kurutulmasında optimizasyon normu 53 °C' de 276.8 dak olarak belirlenmiştir. Optimize edilen mantar tozu ve buğday unundan deneme noktaları dikkate alınarak hamur oluşturulmuş ve 1 mm kalınlığında hamur açma makinesi kullanılarak açılmış ve şekil verilerek kızartma, fırın ve mikrodalga pişirme yöntemi ile pişirilmiştir. Her üç pişirme yöntemi ile üretilen cips örneklerinin fizikokimyasal, tekstürel, biyokimyasal, duyu özellikleri belirlendikten sonra yanıt yüzey yöntemi kullanılarak optimize edilmiştir. Kızartılmış mantar cipsi için optimizasyon normu; 80 °C' de 130 sn ve % 40 mantar tozu oranı (MTO), Fırınlanmış cips için 166 °C' de 360 sn ve % 40 MTO ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips için 817 Watt'ta 100 sn ve %40 MTO olarak belirlenmiştir. Her üç farklı pişirme yöntemine göre optimize edilen cips örnekleri oda sıcaklığında modifiye atmosferde ambalajlanmış olarak 6 ay boyunca depolanmıştır. Depolama periyodu boyunca 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180. günlerde fizikokimyasal, tekstürel, biyokimyasal, duyu özellikleri analiz edilerek depolama stabilitesi belirlenmiştir. Her üç pişirme yöntemi için antioksidan aktivite, TFMM ve protein değerinin en yüksek mikrodalga fırında pişirilen örneklerde olduğu görülmektedir (p<0.05). Fonksiyonel özelliklerine göre en uygun pişirme yönteminin mikrodalga fırın ile pişirme yöntemi olduğu görülmektedir. Ancak yeni fonksiyonel bir ürün geliştirmede fonksiyonel özelliğinden önce duyu analizden geçerli not alabilmesine bağlıdır. Çünkü yeni bir ürünün, özellikle atıştırılabilirlik tarzı ürünlerde öncelikli olarak tüketiciye duyu olarak hitap etmesi gerekmektedir. Yapılan duyu analizler neticesinde genel beğeni skorlarından anlaşıldığı üzere en beğenilen cipsin kızartılmış mantar cipsi olduğu tespit edilmiştir. Ancak fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirmenin genel beğenide yaklaşık aynı oranda beğenildiği görülmüştür (p>0,05). Dolayısıyla konveksiyonel fırın ile pişirme ile mikrodalga fırın ile pişirmede mikrodalga yönteminin daha avantajlı olduğu görülmektedir. Mikrodalga ile kızartma yönteminde ise tercih, piyasanın arz talep dengesine bağlı olarak değişebileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak bu tez çalışması ile istiridye mantarı tozunun çerez gıda endüstrisinde değerlendirilmesinin mümkün olduğu ortaya konulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: İstiridye mantarı, cips, mantar tozu, fonksiyonel ürün.

ABSTRACT

PdD Thesis

OPTIMIZATION OF MUSHROOM POWDER AND CHIPS PRODUCTION FROM THE OYSTER MUSHROOM (*Pleurotus ostreatus*)

Nurcan DOĞAN

Harran University
Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU
Year: 2016 Page: 300

In this study; mushroom powder and chips production from oyster mushrooms were investigated. At the same time, the drying of fresh mushrooms and also to reveal the characteristics of three different cooking methods of dried mushroom powder (roast, oven, microwave) with chips in production evaluation possibilities were explored. In this way the oyster mushroom powdered are expected to light that processed food industry to the development of various functional products. Production of oyster mushroom powder and chips for the creation of test design for drying and cooking methods was applied in the production and optimization of Design Expert 7 of statistical software packages, Response Surface Methods (RSM) and Central Composite Design based on the model. Produced in mushroom powder and chips in added mushroom powder have attempted to determine the optimal process conditions and optimization in the various analysis was carried out as a result. Produced at the optimum point of mushroom powder and chips with different cooking methods were aimed to reveal the functional product profile. For this purpose, oyster mushroom production is produced under controlled conditions. Mushroom powder is dried in an oven considering trial points are optimized in terms of physicochemical and biochemical properties. Drying the optimization norms of oyster mushrooms was determined as 53°C for 276.8 min. Optimized mushroom powder and wheat flour have been created and opened dough considering using the sheeters 1 mm thick and was cooked with frying, oven and microwave cooking method. After determining physicochemical, textural, biochemical and sensory properties were optimized using response surface methodology for all three chips produced by the different cooking methods. The optimization norms is determined for fried chips; 80°C for 130 seconds and 40% mushroom powder ratio (MTO), for a baked chips 166°C for 360 sec and 40% MTO and for microwave cooked chips 100 sec at 817 Watt with 40% of MTO. Examples optimized chips according to the three different cooking methods, modified atmosphere packaged and stored for 6 months at room temperature. Throughout the storage period were determined of 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150, and 180 days physicochemical, texture, biochemical sensory properties by analyzing the storage stability. it is observed that the highest values of the total amount of phenolic (TFMM), antioxidant activity and protein for cooked with a microwave ($p < 0.05$). Based on the functional properties it appears to be the most appropriate method of cooking with a microwave cooking method. However, it depends take note a sensory analysis before functional properties of new functional product development. Because of a new product especially as a snack-style are required to address the sensory properties. Fried crisps have been identified the most admired chips sensory analysis performed as a result of the general appreciation score. However, cooking with a microwave and oven on the overall appreciation was seen as admirable about the same rate ($p > 0.05$). Thus, cooking with the cooking convection oven and a microwave oven with microwave method seems to be more advantageous. Between In the cooking microwave and frying profile that expected to vary depending on the market supply and demand. Consequently, this thesis has been demonstrated using oyster mushroom powder that possible to assess the snack food industry.

KEY WORDS: Oyster mushroom, chips, mushroom powder, functional product.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazım aşamasında maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve öğrencilik hayatım boyunca ilham kaynağım olan danışmanım sayın Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca tezin her aşamasında bilimsel katkıları ile tezin gerçekleşmesine yardım eden ve bunun yanında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve akademik camiada örnek aldığım ikinci danışmanım Doç. Dr. Mustafa ÇAM'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tezin devamlılığı süresince değerli tavsiyeleriyle tezin yönlendirilmesinde önemli katkıları olan Prof. Dr. Ayhan ATLI'ya, Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY'a ve Doç. Dr. Osman KOLA'ya teşekkürü bir borç bilirim. Laboratuvar çalışmalarımın devam etmesinde ve takıldığım noktalarda oluşan problemlerin aşılmasında yardımını esirgemeyen Yrd. Doç.Dr. Safa KARAMAN ve Yrd. Doç. Dr. Ferhat Yüksel'e ve özellikle analiz aşamalarında yardımlarını unutmayacağım arkadaşım yüksek lisans öğrencisi Sezen BİLGİN'e, Arş. Gör. Duygu ASLAN'a ve yüksek lisans öğrencisi Melek GÜRBÜZ'e ve Stajyer öğrencilerim Muhammet ATASOY ve Sümeyya YILDIZ'a şükranlarımı sunarım. Ayrıca tezin yazım aşamasında teknik desteğini esirgemeyen ve yardımcı olan mesai arkadaşım Öğr. Gör. Ömer DAĞISTANLI'ya çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 14044 kodlu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı HÜBAK'a teşekkür ederim.

Tezin her aşamasında emeği olan maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim, meslektaşım Öğr. Gör. Cemhan DOĞAN'a teşekkür ederim. Ayrıca zaman zaman ona ayıracağım zamandan çalıp tezin çalışmalarını yaptığım için biricik kızım Zeynep Arya DOĞAN'a ve desteğini her zaman hissettiren halam Handan DOĞAN' a teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca beni hep destekleyen ve her zaman yanımda olan canım annem Fadime KARAKAŞ'a sonsuz teşekkürler...

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. İstiridye Mantarının Görünütüsü.....	6
Şekil 2.2. Derin yağda kızartılmış bir cipsin yağ emilim mekanizması	311
Şekil 2.3. Serbest radikallerin hücresel hasarı.....	355
Şekil 3.1. Kızartma işleminin yapıldığı yağ banyosu.....	49
Şekil 3.2. Kompost hazırlığı.....	50
Şekil 3.3. Pleurotus ostreatus miseli.....	50
Şekil 3.4. Ortam dezenfeksiyonu	51
Şekil 3.5. Pleurotus ostreatus miselinin inokülasyonu	52
Şekil 3.6. Kompostun torbalara dolumu ve askı sistemi	52
Şekil 3.7. Misel sarımı ve kuluçka dönemi	53
Şekil 3.8. Primordium oluşumu ve hasat.....	54
Şekil 3.9. İstiridye mantarının etüvde kurutulması	55
Şekil 3.10. İstiridye mantarı tozu üretim akış şeması.....	56
Şekil 3.11. İstiridye mantarı tozu	56
Şekil 3.12. Hazırlanan cips hamurlarının streç film ile dinlendirilmesi	58
Şekil 3.13. Hazırlanan cips hamurlarının açılması	58
Şekil 3.14. Açılan cips hamurlarına şekil verilmesi	58
Şekil 3.15. Farklı pişirme yöntemleri ile hazırlanmış istiridye mantarı cips üretim akış şeması	59
Şekil 4.1. Mantar tozu kurumadde miktarlarının üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi	84
Şekil 4.2. Mantar tozu kül miktarlarının üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi	86
Şekil 4.3. Mantar tozu protein miktarlarının üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi	88
Şekil 4.4. Mantar tozunun kurutulmasında aw miktarlarının üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi	90
Şekil 4.5. Mantar tozunun kurutulmasında L* değerlerinin üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi	93
Şekil 4.6. Mantar tozunun kurutulmasında a* değerlerinin üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi	95
Şekil 4.7. Mantar tozunun kurutulmasında b* değerlerinin üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi	97
Şekil 4.8. Mantar tozunun kurutulmasında EC50 değerinin üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi	100
Şekil 4.9. Mantar tozunun kurutulmasında TFMM üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi.....	102
Şekil 4.10. İstiridye mantarının kurutma optimizasyonunun üç boyutlu gösterimi.....	107
Şekil 4.11. İstiridye mantarının kurutma optimizasyonunun dış hatlı gösterimi	107
Şekil 4.12. Kızartılmış cips örneklerinin % kurumadde miktarlarının üç boyutlu gösterimi	113
Şekil 4.13. Kızartılmış cips örneklerinin % kül miktarlarının üç boyutlu gösterimi	115
Şekil 4.14. Kızartılmış cips örneklerinin % protein miktarlarının üç boyutlu gösterimi.....	119
Şekil 4.15. Kızartılmış cips örneklerinin aw değerlerinin üç boyutlu gösterimleri	122
Şekil 4.16. Kızartılmış cips örneklerinin % yağ miktarlarının üç boyutlu gösterimi	125
Şekil 4.17. Kızartılmış cips örneklerinin sertlik değerlerinin üç boyutlu gösterimi	131
Şekil 4.18. Kızartılmış cipsin EC50 değerinin üç boyutlu gösterimleri	135
Şekil 4.19. Kızartılmış cipsin TFMM değerinin üç boyutlu gösterimleri	138
Şekil 4.20. Kızartılmış cips örneklerinin L* değerinin üç boyutlu gösterimi.....	142
Şekil 4.21. Kızartılmış cips örneklerinin a* değerinin üç boyutlu gösterimi	144
Şekil 4.22. Kızartılmış cips örneklerinin b* değerinin üç boyutlu gösterimi	147
Şekil 4.23. Kızartılmış cips örneklerinin genel beğenin üç boyutlu gösterimi.....	151
Şekil 4.24. Kızartılmış cipsin optimizasyonunun üç boyutlu gösterimleri.....	153
Şekil 4.25. Fırınlanmış cips örneklerinin % kurumadde miktarlarının üç boyutlu gösterimi.....	159
Şekil 4.26. Fırınlanmış cips örneklerinin % kül miktarlarının üç boyutlu gösterimi	163
Şekil 4.27. Fırınlanmış cips örneklerinin % protein miktarlarının üç boyutlu gösterimi	166
Şekil 4.28. Fırınlanmış cips örneklerinin aw değerlerinin üç boyutlu gösterimleri.....	169
Şekil 4.29. Fırınlanmış cips örneklerinin sertlik değerlerinin üç boyutlu gösterimi	172
Şekil 4.30. Fırınlanmış cipsin EC50 değerinin üç boyutlu gösterimleri.....	176
Şekil 4.31. Fırınlanmış cipsin TFMM değerinin üç boyutlu gösterimleri	179
Şekil 4.32. Fırınlanmış cips örneklerinin L* değerinin üç boyutlu gösterimi	183
Şekil 4.33. Fırınlanmış cips örneklerinin a* değerinin üç boyutlu gösterimi	185
Şekil 4.34. Fırınlanmış cips örneklerinin b* değerinin üç boyutlu gösterimi.....	187
Şekil 4.35. Fırınlanmış cips örneklerinin genel beğenin üç boyutlu gösterimi	192
Şekil 4.36. Fırınlanmış cipsin optimizasyonunun üç boyutlu gösterimleri	195
Şekil 4.37. Mikroalga fırın ile pişirilmiş cips örn. % kurumadde miktarlarının üç boyutlu gösterimi	200
Şekil 4.38. Mikroalga fırın ile pişirilmiş cips örn. % kül miktarlarının üç boyutlu gösterimi.....	204

Şekil 4.39. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örn. % protein miktarlarının üç boyutlu gösterimi ..	206
Şekil 4.40. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin a_w değerinin üç boyutlu gösterimleri...	210
Şekil 4.41. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örn. sertlik değerlerinin üç boyutlu gösterimi.....	213
Şekil 4.42. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş EC50 değerinin üç boyutlu gösterimleri	216
Şekil 4.43. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin TFMM değerinin üç boyutlu gösterimleri	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Şekil 4.44. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin L^* değerinin üç boyutlu gösterimi	222
Şekil 4.45. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin a^* değerinin üç boyutlu gösterimi.....	225
Şekil 4.46. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin b^* değerinin üç boyutlu gösterimi.....	227
Şekil 4.47. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin genel beğenin üç boyutlu gösterimi ..	231
Şekil 4.48. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin optimizasyonunun üç boyutlu gösterimleri	233
Şekil 4.49. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı % kurumadde değişimleri	239
Şekil 4.50. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı % kül miktarları değişimleri ..	240
Şekil 4.51. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı % protein değişimleri	241
Şekil 4.52. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı su aktivitesi değişimleri	243
Şekil 4.53. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı % yağ değerleri	245
Şekil 4.54. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı sertlik değişimleri.....	246
Şekil 4.55. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı EC50 değerleri	247
Şekil 4.56. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı TFMM değerleri.....	249
Şekil 4.57. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı L^* değerleri.....	250
Şekil 4.58. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı a^* değerleri	251
Şekil 4.59. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı b^* değerleri	253
Şekil 4.60. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya ait renk skorları	254
Şekil 4.61. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya ait gevreklik skorları	255
Şekil 4.62. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya ait tat/koku skorları	257
Şekil 4.63. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya ait genel beğeni skorları	259

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünya Kültür Mantarı Üretiminin Türlerle Göre Oransal Dağılımı	8
Çizelge 2.2. Buğdayın Ortalama Kimyasal Bileşimi.....	24
Çizelge 3.1. Mantar tozu için faktörlerin kodlanmış gerçek seviyeleri.....	66
Çizelge 3.2. Kızartılmış mantar cipsi için faktörlerin kodlanmış gerçek seviyeleri.....	66
Çizelge 3.3. Fırınlanmış mantar cipsi için faktörlerin kodlanmış gerçek seviyeleri	66
Çizelge 3.4. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips için faktörlerin kodlanmış ve gerçek seviyeleri.....	67
Çizelge 3.5. Mantar tozu için 2 faktör-5 seviye Central Composite Dizayn ^a	67
Çizelge 3.6. Kızartılmış istiridye mantarı cips için 3 faktör-5 seviye Central Composite Dizayn ^b	68
Çizelge 3.7. Fırınlanmış istiridye mantarı cips için 3 faktör-5 seviye Central Composite Dizayn ^c	69
Çizelge 3.8. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips için 3 faktör-5 seviye Central Composite Dizayn ^d	70
Çizelge 3.9. Duyusal Değerlendirmede Kullanılan Anket formu Örneği.....	72
Çizelge 4.1. İstiridye mantarına ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları	74
Çizelge 4.2. İstiridye mantarına ait bazı biyokimyasal analiz sonuçları	74
Çizelge 4.3. Haşlama işlemi yapılmadan opt. kurutulan <i>Pleurotus ostreatus</i> 'un analiz sonuçları	79
Çizelge 4.4. Haşlama işlemi yapılmadan oda sıc. kurutulan <i>Pleurotus ostreatus</i> 'un analiz sonuçları	79
Çizelge 4.5. <i>Pleurotus ostreatus</i> 'un haşlama suyuna ait bazı analiz sonuçları	80
Çizelge 4.6. Mantar tozu örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları.....	81
Çizelge 4.7. Kurutmanın istiridye mantarının kurumadesi üzerine ait varyans analizi sonuçları.....	82
Çizelge 4.8. Kurutmanın istiridye mantarının kül miktarı üzerine ait varyans analizi sonuçları.....	85
Çizelge 4.9. Kurutmanın istiridye mantarının protein değerine ait varyans analizi sonuçları.....	87
Çizelge 4.10. Kurutmanın istiridye mantarının aw üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları	89
Çizelge 4.11. İstiridye mantarı tozu örneklerine ait renk değerleri	91
Çizelge 4.12. Kurutmanın istiridye mantarının L* değeri üzerine ait varyans analizi sonuçları.....	92
Çizelge 4.13. Kurutmanın istiridye mantarının a* değeri üzerine ait varyans analizi sonuçları	94
Çizelge 4.14. Kurutmanın istiridye mantarının b* değeri üzerine ait varyans analizi sonuçları	96
Çizelge 4.15. İstiridye mantarı tozu örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçları	98
Çizelge 4.16. Kurutmanın mantar tozunun EC ₅₀ değeri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.....	99
Çizelge 4.17. Kurutmanın mantar tozunun TFMM değeri üzerine etkisinin varyans sonuçları.....	101
Çizelge 4.18. İstiridye mantarı tozunun optimizasyon normları	105
Çizelge 4.19. İstiridye mantarı tozunun optimizasyon sonuçları	106
Çizelge 4.20. Kızartılmış cips örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları	108
Çizelge 4.21. Kızartılmış cips örneklerinin kurumadde (%) miktarına ait varyans analizi sonuçları	110
Çizelge 4.22. Kızartılmış cips örneklerinin kül (%) miktarına ait varyans analizi sonuçları	114
Çizelge 4.23. Kızartılmış cips örneklerinin protein (%) miktarına ait varyans analizi sonuçları	117
Çizelge 4.24. Kızartılmış cips örneklerinin aw üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	121
Çizelge 4.25. Kızartılmış cips örneklerinin yağ (%) miktarına ait varyans analizi sonuçları.....	124
Çizelge 4.26. Kızartılmış cips örneklerine ait sertlik değerleri.....	129
Çizelge 4.27. Kızartılmış cips örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	130
Çizelge 4.28. Kızartılmış cips örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçları	133
Çizelge 4.29. Kızartılmış cips örneklerine ait EC ₅₀ değeri varyans analizi sonuçları	134
Çizelge 4.30. Kızartılmış cips örneklerine ait TFMM değeri varyans analizi sonuçları	137
Çizelge 4.31. Kızartılmış cips örneklerine ait renk değerleri	140
Çizelge 4.32. Kızartılmış cips örneklerine ait L* değeri varyans analizi sonuçları	141
Çizelge 4.33. Kızartılmış cips örneklerine ait a* değeri varyans analizi sonuçları	143
Çizelge 4.34. Kızartılmış cips örneklerine ait b* değeri varyans analizi sonuçları.....	146
Çizelge 4.35. Kızartılmış cips örneklerine ait duyusal analiz skorları.....	149
Çizelge 4.36. Kızartılmış cips örneklerine ait genek beğeni değeri varyans analizi sonuçları.....	150
Çizelge 4.37. Kızartılmış cipsin optimizasyon normları	152
Çizelge 4.38. Fırınlanmış cips örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları.....	155
Çizelge 4.39. Fırınlanmış cips örneklerinin kurumadde miktarına ait varyans analizi sonuçları	157
Çizelge 4.40. Fırınlanmış cips örneklerinin kül miktarına ait varyans analizi sonuçları.....	161
Çizelge 4.41. Fırınlanmış cips örneklerinin protein miktarına ait varyans analizi sonuçları.....	164
Çizelge 4.42. Fırınlanmış cips örneklerinin aw üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları	168
Çizelge 4.43. Fırınlanmış cips örneklerine ait sertlik değerleri	170
Çizelge 4.44. Fırınlanmış cips örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları	171
Çizelge 4.45. Fırınlanmış cips örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçları.....	174

Çizelge 4.46. Fırınlanmış cips örneklerinin EC ₅₀ değerine ait varyans analizi sonuçları.....	175
Çizelge 4.47. Fırınlanmış cips örneklerinin TFMM miktarına ait varyans analizi sonuçları	178
Çizelge 4.48. Fırınlanmış cips örneklerine ait renk değerleri	181
Çizelge 4.49. Fırınlanmış cips örneklerinin L* değerine ait varyans analizi sonuçları.....	182
Çizelge 4.50. Fırınlanmış cips örneklerinin a* değerine ait varyans analizi sonuçları.....	184
Çizelge 4.51. Fırınlanmış cips örneklerinin b* değerine ait varyans analizi sonuçları	186
Çizelge 4.52. Fırınlanmış cips örneklerine ait duyusal analiz skorları	189
Çizelge 4.53. Fırınlanmış cips örneklerinin genel beğeni skoruna ait varyans analizi sonuçları	191
Çizelge 4.54. Fırınlanmış cipsin optimizasyon normları.....	193
Çizelge 4.55. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları	196
Çizelge 4.56. Mikrodalgalanmış cipslerin kurumadde miktarına ait varyans analizi sonuçları	198
Çizelge 4.57. Mikrodalgalanmış cipslerin kül miktarına ait varyans analizi sonuçları	202
Çizelge 4.58. Mikrodalgalanmış cipslerin protein miktarına ait varyans analizi sonuçları.....	205
Çizelge 4.59. Mikrodalgalanmış cipslerin aw miktarına ait varyans analizi sonuçları.....	209
Çizelge 4.60. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait sertlik değerleri	211
Çizelge 4.61. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin sertlik değeri varyans analiz sonuçları.....	212
Çizelge 4.62. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçları.....	214
Çizelge 4.63. Mikrodalgalanmış cipslerin EC ₅₀ değerine ait varyans analizi sonuçları	215
Çizelge 4.64. Mikrodalgalanmış cipslerin TFMM ait varyans analizi sonuçları.....	217
Çizelge 4.65. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait renk değerleri	220
Çizelge 4.66. Mikrodalgalanmış cipslerin L* değeri etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	221
Çizelge 4.67. Mikrodalgalanmış cipslerin a* değeri etkisine ait varyans analizi sonuçları	224
Çizelge 4.68. Mikrodalgalanmış cipslerin b* değeri etkisine ait varyans analizi sonuçları	226
Çizelge 4.69. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait duyusal analiz skorları	229
Çizelge 4.70. Mikrodalgalanmış cipslerin genel beğeni etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	230
Çizelge 4.71. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin optimizasyon normları.....	232
Çizelge 4.72. Mantar tozu örneklerinin depolanmasına ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları.....	234
Çizelge 4.73. Mantar tozu örneklerinin depolanmasına ait bazı renk analiz sonuçları	235
Çizelge 4.74. Mantar tozu örneklerinin depolanmasına ait biyokimyasal analiz sonuçları.....	236
Çizelge 4.75. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında kurumadde analiz sonuçları	237
Çizelge 4.76. K Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında kül değeri analiz sonuçları.....	239
Çizelge 4.77. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında protein analiz sonuçları	241
Çizelge 4.78. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında aw değeri analiz sonuçları	242
Çizelge 4.79. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında yağ miktarı analiz sonuçları.....	244
Çizelge 4.80. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında sertlik değeri analiz sonuçları.....	245
Çizelge 4.81. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında EC ₅₀ değeri analiz sonuçları	247
Çizelge 4.82. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında TFMM değeri analiz sonuçları	248
Çizelge 4.83. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında L* değeri analiz sonuçları	250
Çizelge 4.84. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında a* değeri analiz sonuçları	251
Çizelge 4.85. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında b* değeri analiz sonuçları.....	252
Çizelge 4.86. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında renk analiz sonuçları.....	253
Çizelge 4.87. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında gevreklik analiz sonuçları.....	255
Çizelge 4.88. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında tat/koku analiz sonuçları.....	257
Çizelge 4.89. Farklı yöntem ile pişirilmiş cipslerin depolanmasında genel beğeni analiz sonuçları.....	258

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Sembol	Anlamı
%AA	Yüzde antioksidan aktivite
%ARA	Yüzde antiradikal aktivite
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
DPPH	2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
EC ₅₀	Radikali %50 indirgeyen etkin konsantrasyon
F	F istatistiği
adj- R ²	Düzeltilmiş regresyon katsayısı
ANOVA	Tek yönlü varyans analizi
b ₀ ,b ₁	Regresyon denklemi katsayıları
pre- R ²	Tahminlenmiş regresyon katsayısı
PRESS	Tahminlenmiş kalıntı hata kareler toplamı
R ²	Regresyon katsayısı
r ²	Korelasyon katsayısı
RSM	Cevap yüzey yöntemi
g	Gram
Kg	Kilogram
C	Santigrat
% KM	Örneklerin kuru madde yüzdeleri
L*	Siyahtan beyaza kadar olan açıklık koyuluk renk geçiş değeri
a*	Yeşilden kırmızılığa doğru renk geçiş değeri
b*	Maviden sarıya doğru renk geçiş değeri
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
AR-GE	Araştırma-Geliştirme
pH	Hidrojenin gücü
Dak	Dakika
µg	Mikrogram
TPA	Tekstür profil analizi
mL	Mililitre
L	Litre
Mm	Milimetre
sn	Saniye
µL	Mikrolitre
Rpm	Dakikada devir sayısı
Ppb	Milyarda bir
SAS	Statistical Analysis System-İstatiksel paket programı
SS	Standart sapma
TFMM	Toplam fenolik madde miktarı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
x	Bağımsız değişken
y	Bağımlı değişken
MTO	Mantar tozu oranı

1. GİRİŞ

Tüketici tercihleri göz önünde bulundurularak hazırlanmış, fonksiyonel özellikleri mevcut ürünlerden farklılık gösteren ürünler yeni ürün olarak tanımlanmaktadır (Stanton ve ark.,1994).

İşletmelerin rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek için tüketici isteklerine uygun yeni veya farklı ürünler geliştirmeleri gerekmektedir. Gıda sektöründe başarıya ulaşmak için firmaların ya yeni AR-GE ürünleri üretmeleri ya da mevcut ürünleri kullanım değeri daha yüksek ürünler haline dönüştürmeleri gerekmektedir (Avşar, 2006; Güler ve Tokuşoğlu, 2009).

Eski çağlardan bu yana insanoglu, mevcutken tüketemediği birçok gıdayı zamanının dışında da tüketebilmek için çeşitli muhafaza yolları geliştirmiştir (Ceylan ve ark., 2003). İnsanların hayat tarzlarındaki değişimler nedeniyle günümüz koşullarında hazır, paketlenmiş, taşınması kolay yiyeceklere talep gün geçtikçe artmaktadır (Uzun, 2002).

Günümüzde toplumların yaşam tarzlarında olan değişimler, bireylerin iş hayatına daha fazla zaman ayırması, kadınların da iş hayatında yerini alması, insanların yemek hazırlamak için zaman ayırma isteklerinin olmaması insanların tüketime hazır atıştırmalık ürünlerin giderek artan oranda günlük diyetlerde bulunmasına sebep olmaktadır. Gıda teknolojisindeki gelişmeler ve tüketici talepleri neticesinde ürün çeşitliliğinin artması, ürünlerin çekici sunuluş biçimleri (reklamlar); bu tür ürünlerin daha fazla tüketimini teşvik etmektedir. Gerek ülkemizde ve gerek dünyada üretim ve tüketim bakımından çerez tipi gıdalar içinde en önemli grubu cipsler oluşturmaktadır. Ülkemizde ağırlıklı olarak gençler ve çocuklar tarafından tercih edilen cips tipi gıdalar arasında patates ve mısır cipsleri ilk sıralarda yer almaktadır.

Atıştırmalık cips ve çerez pazarı tüketim alışkanlıkları değiştikçe beklenilenin üzerinde bir artış göstermektedir. Her yıl %25-30 büyüyen sektör üreticileri,

tüketicilerin dikkatini çekmek için atıştırılabilir tarzı ürünlerde AR-GE faaliyetlerine daha fazla önem vermiştir (İnanıcı, 2013).

Yıllık kişi başı cips tüketim miktarı sırası ile ABD’de 9 kg, İngiltere’de 5 kg, Ortadoğu ülkelerinde ise 3 kg, Türkiye’de ise 950 g civarındadır (Anonim, 2012).

Son yıllarda doğal veya doğala özdeş katkılı gıda ve gıda ürünlerine yönelim giderek artmaktadır. Özellikle doğala özdeş katkılı ürünlerin kullanımı daha ucuz olduğu için üreticiler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Tüketiciler ise tanım kargaşasından doğala özdeş ifadesinin doğal olduğunu düşünmektedir. Ancak son zamanlarda sentetik gıda katkılarının ve kimyasal maddelerin yoğun ve kontrolsüz kullanımı, yeni doğal katkılı ürünlere olan talebi ve buna bağlı olarak da söz konusu ürünlerin üretimine yönelimi arttırmıştır.

Mantarlar üzerinde yapılan bilimsel çalışmaların artması ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı alternatif tıpta kullanılması ile birlikte kültür mantarı yetiştiriciliğine olan ilgi son yıllarda hızlı bir şekilde artış göstermiştir (Kurt, 2008).

Doğada kendiliğinden yetişen mantarlar, insanlar tarafından sıklıkla kullanılan gıda maddeleridir. Ancak doğadan toplanan mantarlardan zehirli olanlarının görsel olarak anlaşılabilmesi önemli tehlikelere yol açmakta, hatta bazen ölümlere bile neden olmaktadır. Bu durum, mantar tüketimi üzerinde olumsuz bir etki uyandırmaktadır. Günümüzde kültür mantarı yetiştiriciliğinin artması tüketiciler üzerindeki bu olumsuz etkinin azalmasını ve mantar tüketiminin artmasını sağlamaktır. Doğadan toplanan mantarlardan zehirlenme vakalarının bu denli fazla olması ve tüketicilerin bilinçsizliği gibi etmenler acaba kültür mantarlarından da zehirlenir miyiz? sorusunu akla getirmekte ve insanların kültür mantarlarına da ön yargı duymasına sebep olmaktadır.

Ülkemizde yemeklik mantar üretimi, diğer tarımsal üretimle karşılaştırıldığında yeni bir alan olmakla birlikte, hızlı bir değişim ve gelişme içerisinde (Aksu ve Günay, 2000; İlbay ve Atmaca, 2004).

Ülkemizde kavak veya kayın mantarı olarak bilinen *Pleurotus* türleri içerisinde en yaygın yetiştiriciliği yapılan *Pleurotus ostreatus* türüdür. *Agaricus bisporus* (şapkalı mantar) türü dünyada üretimi yapılan mantar türleri arasında birinci sırada, *P. ostreatus* ise ikinci sırada yer almaktadır (Öztürk ve Çopur, 2008).

Günümüzde, terapötik özelliklere sahip olan 270 mantar türü saptanmış olup, birçok çalışmada *Pleurotus* türlerinin pek çok hastaların tedavisinde; anti-kanser, immünomodülatör, antiviral, antibiyotik ve anti-inflamatuar aktivite gösterdiği belirtilmiştir. Dünya üzerinde binden fazla *Pleurotus* türü tanımlanmıştır. Ancak bununla birlikte *Pleurotus* cinsinde sadece 50 kadar tür kabul edilmektedir (Chang ve Miles, 2004).

Pleurotus'un çeşitli lignoselülozik atıklar üzerinde biyolojik parçalama kabiliyetlerinin yüksek olması, yetiştirme sürelerinin kısalığı, çevresel koşullara karşı yüksek tolerans göstermesi, hastalıklara karşı daha dayanıklı olması, kolay ve ucuz yolla kültürünün yapılabilmesi araştırmacıların ve üreticilerin bu türe yönelmelerine sebep olmuştur (Jwanny ve ark., 1995; Patrabansh ve Madan, 1997). Günümüzde dünyanın birçok ülkesinde *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliği bir endüstri halindeyken, ülkemizde bu mantarlar genellikle doğadan toplanarak tüketilmekte ve yetiştiriciliği istenen düzeyde yapılamamaktadır.

Çalışmada *Pleurotus* cinsinden *Pleurotus ostreatus* türü incelenmiştir. *Pleurotus* mantarları, 'oyster mushroom' (istiridyeye mantarı) veya 'hiratake' olarak adlandırılır. Latince 'Pleurotus', kulak arkası, 'ostreatus' ise istiridyeye şeklinde anlamına gelmektedir. İstiridyeye mantarının geniş, istiridyeye benzeyen bir baş bölümü vardır. Ortalama çapı 5 ile 25 cm arasında değişir, doğal ve endüstriyel örneklerinin renkleri beyazla gri veya meşe kabuğu rengiyle koyu kahverengi arasındadır (Cohen, ve ark., 2002).

Çerez gıdalar genellikle mısır, buğday, pirinç ve yulaf gibi tahıllar ve patates gibi kök bitkilerinden üretilmektedir ve bu hammaddeler yüksek oranda nişasta içermektedir (Mulsaney ve Hsieh, 1988). *Pleurotus* türlerinin kimyasal

kompozisyonuna bakıldığında ise karbonhidrat miktarı düşük, protein ve diğer besin maddeleri açısından son derece zengin olduğu görülmektedir. Kuru ağırlıkta yüksek miktarda ham protein %27.3- 42.5, %1.1-8 yağ, 0.189- 2.45 mg/g kalsiyum, 0.25- 12.2 mg/g demir, 8.10- 24.0 mg/g potasyum, 9.40- 18.9 mg/g magnezyum, 0.02- 2.5 mg/g sodyum, 5.87- 218 mg/g fosfor, %28.5- 41.0 içermektedir (Ragunathan ve Swaminathan, 2003). Ayrıca B grubu vitaminler (tiamin, riboflavin, nikotik asit, biotin) ile C, D ve K vitaminleri ve Folik asit bakımından son derece zengindir (Durkan, 2006).

Dünya nüfusunun %30'u proteince yetersiz beslenmektedir. Taze mantarların yaş ağırlık üzerinden %4 protein içerdiği düşünüldüğünde, mantarların alternatif olarak değerlendirilmesini cazip hale getirmektedir (Poppe, 2000). Proteinler, vücudun yapıtaşları olduğundan beslenmemizde son derece önemlidir. Cipslerin özellikle gelişme döneminde olan çocuk ve gençler tarafından daha fazla tüketildiği dikkate alındığında, proteince son derece zengin olan mantarların, cips tarzı atıştırmalık ürünlere işlenmesi önem arz etmektedir.

İstiridye mantarının üretim, sağlık açısından değerlendirilmesi kalite özelliklerinin belirlenmesi alanında çok sayıda çalışma yapılmış olup gıda işleme teknolojisi alanında yeterli çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada; istiridye mantarından mantar tozu ve cips elde etme olanakları araştırılarak ülkemizdeki mantar üretiminin işlenmiş gıda sektöründe değerlendirilmesiyle yeni bir ürün geliştirilmesi ve elde edilen mantar tozunun ve farklı yöntemler ile pişirilmiş cipsler üzerinde yapılacak çeşitli analizler neticesinde ürünlere ait özelliklerin ortaya konulması ve optimizasyon çalışmaları sonucunda, mantar tozu için en uygun kurutma sıcaklık ve süresinin belirlenmesi ve her pişirme yöntemi için en uygun pişirme normunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bunun yanı sıra cips tipi atıştırmalık ürünlerin çocuk ve gençlerin yoğun ölçüde tükettiği bir gıda ürünü olduğu düşünüldüğünde, bu ürüne mantar tozu ilavesi ile mevcut cipslere nazaran daha doğal ve sağlıklı bir ürün ortaya çıkarılabileceği ve

atıştırma ürünlerinde önde gelen patates, mısır ve tahıl cipslerine alternatif olacağı düşünülmektedir.



2. KURAMSAL TEMELLER

Literatür taramalarında *Pleurotus ostreatus* (istiridye mantarı)'un genel özellikleri, antioksidan, antimikrobiyal, beslenme değerleri, çeşitli atık ve veya artık materyallerin randımana etkisi, kompost optimizasyonu, tıbbi alandaki etkileri, raf ömrünü arttırma, mikrobiyolojik ürün kalitesi hakkında çok sayıda çalışma yapılmış olup, gıda işleme teknolojisinde ve fonksiyonel ürün eldesindeki çalışmalar ise sınırlı sayıdadır. Literatür taramalarında başka hammadde kaynakları kullanılarak çeşitli cips ve gevrek üretim çalışmalarına rastlanmıştır ancak cips üretiminde istiridye mantarının kullanımıyla alakalı bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

2.1. İstiridye Mantarı

Pleurotus spp. mantarları, “oyster mushroom” (istiridye mantarı) veya “hiratake” gibi isimlerle adlandırılmaktadır. Latince “*Pleurotus*”, kulak arkası, “*ostreatus*” ise istiridye anlamına gelmektedir (Cohen ve ark., 2002). Kayın mantarı (*Pleurotus* spp.), şapka kısmı midye şeklinde olduğundan dolayı genellikle midye (oyster) mantarı olarak da bilinmektedir. Bu mantarın sapı merkezde değil yan tarafındadır (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. İstiridye Mantarının Görünüşü

Pleurotus türleri, botanik sınıflandırmada Hymenomyces sınıfının, Agaricales takımı, Tricholomataceae familyası ve *Pleurotus* cinsine dahildirler (Alexopoulos ve ark., 1996).

Ülkemiz florasında da bulunan ve halk arasında kavak, kayın, dil, kulak, melek mantarı vb. yöresel isimlerle anılan *Pleurotus* türleri dünyanın hemen hemen bütün ılıman iklim bölgelerinde; kavak, kayın, meşe, karaağaç, akçaağaç, ıhlamur, söğüt, ceviz ve kestane gibi birçok ağaç türünün çürümüş gövdelerinde yabani olarak kendiliğinden yetişmektedir (Ağaoğlu ve Güler, 1991).

1914'lü yıllarda Almanya'da başlayan çalışmalarla ilk olarak bu mantar kavak kütükleri üzerinde yetiştirilmiştir. 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 (Güler, 1988; Doğan, 2000).

Avrupa'da ve ülkemizde en fazla üretilen *Pleurotus* türü *Pleurotus ostreatus*' tur. Doğa'da genellikle sonbahar aylarında görülür ve yetiştiricilik açısından da serin iklim mantarı olarak bilinir. Flaş sayısına ve hasat edilen mantar büyüklüğüne göre verim %75-200 arasında değişir (Stamets, 1993). Bitkisel et olarak adlandırılacak istiridye mantarı (*Pleurotus* spp.) insan sağlığı açısından taşıdığı yüksek besleyicilik değeri, tıbbi özelliklerinin yanında kaliteli aroma ve lezzetiyle değerli bir protein kaynağı olarak son derece dikkat çekicidir. *Pleurotus* mantarlarının en önemli özelliklerinden biri, tarımsal atık veya artık maddelerden elde edilen kompostlarda yetiştirilebilmesidir.

Kayın mantarı dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak bulunan beyaz şapkallı mantar (*Agaricus bisporus*) türünden farklı olarak, yetiştirme ortamının fermente olmamış materyal olması açısından 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 (Sánchez, 2010).

Pleurotus spp. dünya da en çok üretimi yapılan ikinci kültür mantarı türüdür (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Dünya Kültür Mantarı Üretimini Türlerine Göre Oransal Dağılımı (Öztürk ve Çopur, 2008)

Tür	Üretim (1000 Ton)	Toplam Üretim Yüzdesi (%)
<i>Agaricus bisporus</i>	1424	37.8
<i>Pleurotus</i> spp.	909	24.2
<i>Auricularia</i> spp.	400	10.6
<i>Lentinus edodes</i> (Shiitake)	393	10.4
<i>Volvariella volvacea</i>	207	5.5
<i>Flammulina 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>Hypsizigus marmoreus</i>	22	0.6
<i>Grifolia frondosa</i> (Maitake)	7	0.2
Diğerleri	10	0.3
Toplam	3763	100.0

Pleurotus cinsi mantarlar yetiştirme ortamında, şeker kamışı, kahve posası, talaş, ot, sap, saman, kepek, çay posası, şeker pancarı küspesi gibi geniş miktardaki tarımsal artıkları dönüştürme yeteneklerinden dolayı mantarcılık sektöründe büyük bir ilgiye neden olmaktadır (Philippoussis ve ark., 2000).

Yaygın olarak yetiştirildiği ülkelerde, hammadde kaynakları ile ekonomik koşullarına göre basit sistemlerden modern sistemlere kadar farklı şekillerde üretim yapılmaktadır. Basit örtü altı koşullarında veya doğal şartlar altında yetiştirilebildiği gibi özel üretim yerlerinde, askı sisteminde veya ranza sistemlerinde 1-20 kg miktarlarında polietilen poşetlerde üretim yapılabilmektedir (Küçüközlü ve Pekşen, 2005).

İnsanoğlu için iyi bir gıda kaynağı olan makromantarlar, yüksek protein ve vitamin içeriğinin yanı sıra; lif, karbonhidrat ve mineraller bakımından zengin olup, düşük yağ oranına sahip olan değerli bir gıdadır (Sanmee ve ark., 2003; Vetter, 2003). Mantarlar sindirimi kolay proteinlere sahip olmaları nedeniyle diğer sebzelerden ayrılmaktadır (Demir, 2003). Çeşitli yöntemlerle işlenmiş yemeklik mantarlar besleyiciliklerinin üstünlüğü nedeniyle vejetaryenlar için iyi bir diyet bileşenidir. Ayrıca diyabetliler ve kalp hastalarının tüketimine de uygundur. Folik

asit bakımından zengin olduğundan anemi vakalarında mantarlardan yararlanılmaktadır (Durkan, 2006).

Taze mantarların sahip oldukları enerji değeri ise 250-350 Kcal/kg arasında değişmektedir (Sánchez, 2010). Yağ içeriğinin az olması ve kalori miktarının düşük olması nedeniyle özellikle kolesterol hastaları için ve günlük diyetlerinde az kalori almak isteyenler için iyi bir diyet yemeği olarak önerilmektedir.

Pleurotus spp. türlerinde bulunan Ca, P, Fe gibi mineral maddeler sığır ve tavuk etinde bulunanın iki katına yakındır. Mantar türleri içinde en fazla B₁ ve B₂ vitaminine sahip olan *Pleurotus* spp., diğer sebzelere göre de 10 kat daha fazla B₃ vitaminine sahiptir (İlbağ, 1995).

Mantarların amino asit profilinin, yetişkin bir insanın aminoasit ihtiyacını karşılayabilecek miktarda olduğu belirtilmiştir (FAO, WHO, UNU, 1985)

Bu mantarların bünyesinde ergothionin adı verilen aminoasitten fazla miktarda bulunduğu ve ergothioninin antioksidan yeteneğine sahip olduğu belirtilmiştir (Joy Dubost ve ark., 2007).

Mantarın sahip olduğu besin içeriği kompost üretiminde kullanılan substrata göre değişebilmektedir (Sturion ve Oetterer,1995).

Pleurotus türleri, besin değerinin yanı sıra tıbbi özellikleri de iyi bilinen bir beyaz çürükçül mantarlardır. Çeşitli ülkelerde farklı hastalıklarda tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Genel olarak *Pleurotus* mantarlarının antibiyotik, antiviral, antibakteriyel, bağışıklık sistemini güçlendirici, antitümör, antikolesterol ve antioksidan özellikleri belirlenmiştir (Cohen ve ark., 2002).

Pleurotus spp.'nin önemli miktarda β -glukan içermesinden dolayı tıbbi bir mantar olarak ilgi çekmektedirler (Jablonsky ve ark., 2005). Mantardaki β -glukanlar bağışıklık sistemini güçlendirerek ve harekete geçirerek, kanser hücrelerinin

gelişimini engellemekte ve sonuç olarak kanser tedavisinde, bağışıklık sistemi hastalığında ve ilaç tedavisinden sonra bağışıklık sisteminin yeniden oluşumunda uyarıcı etki yapmaktadırlar (Daba ve Ezeronye, 2003).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda yüksek kolesterolün koroner damar rahatsızlıklarına neden olduğu belirlenmiştir. Amerikan Gıda ve İlaç Derneğinin 1987 yılında “lovastatin” etken maddesini kolesterol düşürücü ilaç tedavisinde kullanılabileceğini duyurmuştur. *Pleurotus* spp. iyi bir lovastatin üreticisidir ve dolayısıyla doğal kolesterol düşürücü etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Gunde-Cimerman, 1999; Cohen ve ark., 2002).

P. ostreatus mantarının misellerinden elde edilen üç nötral proteoglikanların anti-kanser etkeni ve immünomodülatör olarak kullanılabileceği ve bu bileşiklerin, sarcoma-180 adı verilen katı tümörlerin gelişmesini azalttığı bildirilmiştir (Sarangi ve ark., 2006).

Zadrazil (1978), *Pleurotus* türlerinin lignini %80 oranında ayrıştırdığını ve fenol oksidaz enzim aktivitesi sayesinde de, fenolik bileşikleri de dekompoze ettiğini belirtmiştir.

Ülkemizde *Pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğine yönelik ilk çalışmalar 1980’li yıllarda başlayıp üzerinde çok sayıda bilimsel araştırma yapılmış olmasına rağmen, günümüzde ticari anlamda *Pleurotus* spp. üretiminde istenilen noktaya gelinememiştir (Küçükomuzlu, 2003). Kültür mantarı üretiminde toprağa ve iklime bağıllık olmadığından kentlerde ve kırsal bölgelerde yetiştirilebilme imkânı sunar. Ayrıca organik maddelerin dönüşümü sağlandığından, küçük tarım işletmelerinin gelişmesine olanak sağlamaktadır (Erkel, 1992).

Hayvan beslenmesinde kullanılan tarımsal yan ürünler selüloz, hemiselüloz ve lignin yönünden zengindir ve bu maddeler geniş getiren hayvanlar tarafından parçalanamaz. Bu gibi tarımsal atık ürünleri, *Pleurotus* gibi mantar yetiştiriciliğinde kullanılarak biyolojik değeri yüksek ürünler üretilebilir ve mantarın hasadından sonra

mantar atık maddesi olan yetiştirme ortamı lignin içeriğinin azalmasından dolayı hayvan yemi olarak kullanılabilir (Ortega Cerilla, 1998). Bu şekilde atık materyallerin çevreye zarar vermeyecek şekilde değerlendirilerek doğaya yeniden kazandırılması ile bir taraftan kaynakların optimum değerlendirilmesine diğer taraftan da çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlayacaktır (Baysal ve Yalınkılıç, 2002).

Poppe (2000) her yıl yakılan tahıl saplarının sadece %25'i ile 300 milyon tonun üzerinde taze mantar üretilebileceğini ve dünya üzerinde her yıl ortaya çıkan 500 milyon ton tarımsal atık ve 100 milyon ton orman endüstrisi atığı olmak üzere 600 milyon ton atık üzerinde yaklaşık 360 milyon ton mantar yetiştirilebileceğini belirtmiştir.

Ülkemizde yaklaşık olarak her yıl 13 785 650 ha alan tahıl üretimine ayrılmakta ve her yıl yaklaşık olarak 50 milyon ton tahıl sapı ise açığa çıkmaktadır (TÜİK, 2006). Dünyada ise her yıl yaklaşık 60 milyar ton buğday samanı açığa çıkmaktadır (Milstein ve ark., 1986).

Günümüzde bu tahıl sapları kâğıt sanayinde hammadde, mantar üretiminde kompost ana maddesi veya hayvancılıkta altlık veya kaba yem olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu tahıl saplarının uzak mesafelere taşınması, hacmen büyük ve düşük yoğunluğa sahip olmalarından dolayı pek ekonomik değildir (Raymond ve ark., 1986; Wayman ve Parekh, 1990). Bu sebeple üreticilerin çoğu tahıl saplarını yakmaktadırlar. Anızların bu şekilde yakılması milli servet kaybı ve toprak mikroflorasını yok etmesi yanında atmosferi de kirleten önemli bir etmendir. Ülkemizde hububat alanlarının her yıl yaklaşık %40'ı anız yangınlarına maruz kalmakta ve 10 milyon ton sap ve saman yok olmakta ve bunun sonucu oluşan duman ve karbon dioksitin atmosfere salınımıyla küresel ısınmaya neden olmaktadır (Avcı, 2007). Ancak kültür mantarı üretimi ekolojik şartlara bağlı olmadan uygun yapay ortamlar hazırlanarak istenilen tüm bölgelerde yetiştirilebilir. Böylece tarımsal artıklar üretildiği yerlerde taşıma zahmetine girmeden mantar üretiminde değerlendirilmesiyle anız yakmalarının önüne geçilerek toprak flora ve faunasına zarar

verilmeyecek ve tahıl üreticisi ek kazanç elde edebilecektir. Mantar üreticisinde yetiştirme ortamı hammaddesini uygun fiyattan satın alarak mantar üreticisi, atık materyallerin satışıyla da hububat üreticileri kazanacak dolayısıyla ülke ekonomisi kazanacaktır. Ayrıca mantar hasatından sonra kalan yetiştirme ortamı hayvan yemi olarak değerlendirilebilecektir. Böylece tüm atık materyaller değerlendirilmiş olacaktır.

Dünyada üretilen yemeklik mantarın %40-50'si taze olarak tüketilmektedir. Hasat edilen mantar yüksek nem ve enzim içeriği nedeniyle ancak 1-7 gün süreyle depolanabilmekte ve depolama sürecinde hızla kalite kaybı görülmektedir. Bu değişimler yemeklik mantarların taze olarak tüketimini sınırlamakta, bu yüzden mantarlar konserve, dondurma veya kurutma gibi muhafaza işlemlerine tabi tutularak raf ömürleri uzatılmaktadır. Ayrıca kurutulmuş mantarlar; çorba, pizza ve hazır yemek konservelerinde bileşen olarak değerlendirilmektedir (Erbay ve Küçüköner, 2008).

Ürünün bol olduğu dönemlerde taze tüketim fazlası mantarlar kurutulmuş muhafaza edilmektedir. Kurutma diğer muhafaza yöntemlerine kıyasla daha ucuz bir yöntem olmasının yanı sıra kurutulmuş mantarlar, hava geçirmez ambalajlarda 1 yıldan fazla süreyle saklanabilmektedir (Bano ve ark., 1992; Rama ve John, 2000).

Sebzelerin kurutulmasında kullanılan ön işlemler arasında; kimyasal bileşenlerin ilavesi, ozmotik kurutma ve haşlama son yıllarda sıklıkla kullanılan uygulamalardır. Haşlama; en yaygın kullanılan ön işlemlerden biri olup, ürün kalitesini olumsuz şekilde etkileyen enzimleri inaktivasyonunda önem taşır. (Keçebaş, 2007). Ancak haşlama ilemi sırasında, bileşimindeki suda çözünebilen bir takım besin bileşenlerinde kayıplar olabilmektedir (Coşkun, 1997).

Gıda maddelerinin muhafazasında bilinen en eski metotlardan birisi olan kurutma; gıda maddesinin içerdiği nemin, kontrollü koşullarda uygun seviyeye indirmektir (Evrenuz,1988). Bu işlemin en önemli amacı, dayanma süreleri kısa olan ürünlerin raf ömürlerini uzatmaktır. Aynı zamanda suyun büyük bir kısmı uzaklaştırıldığı için depolama masraflarını azaltır. Kurutma işleminde amaç,

ortamdaki suyun uzaklaştırılması ile su aktivitesini düşürmek, böylece mikroorganizma ve enzimlerin faaliyetlerini engellemektir. Bundan dolayı gıda maddesi, su bakımından mikroorganizmalar için elverişsiz duruma getirildiğinde, diğer tüm faktörler yeterli olsa bile mikroorganizmalar faaliyet gösterememektedir. (Cemeroğlu ve ark., 2003).

Kurutulmuş gıdalarda besin öğeleri yoğunlaştırılmış nitelikte olduğundan, 100g kurutulmuş kayısı 100 g taze kayısıya göre birçok besin maddesi bakımından yaklaşık beş kat kadar daha zengindir. Ayrıca kurutulmuş gıda üretiminde, daha az işçilik ve ekipman gerektiği için depolama ve taşıma daha ekonomik olmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2003). Kurutulmuş mantarın çeşitli kullanım alanları bulunmakla birlikte, birçok ülkede büyük bir endüstri kolu haline gelmiş olan hazır kuru çorba üretiminde, soslarda ve mantar tadının istenildiği diğer gıdalarda çeşni olarak kullanılmaktadır.

Kurutulmuş meyve ve sebzeler diğer yöntemlerle muhafaza edilen ürünlere göre kolay paketlenme, düşük maliyetle taşıma ve oda sıcaklığında depolama gibi bazı avantajlara sahiptir. Ayrıca bu ürünlerin diğer ürünlerle karışımı kolay olduğundan, kullanım alanları da çok geniştir (Keçebaş, 2007).

Ülkemizin kültür mantarı üretimi için gerekli hammadde potansiyeli oldukça yüksektir. Çevre kirlenmesine yol açan birçok endüstriyel ve tarımsal atıkların mantar yetiştirmede kompost olarak kullanılması ve bunların teminindeki kolaylıklar üretimi cazip hale getirmektedir. Kültür mantarı senenin her gününde üretilen bir ürün olması bakımından gıda sanayine ve bu sanayinin gelişmesine büyük katkı sağlayabilmektedir (Erkel 1992).

2.1.1. İstiridye mantarı yetiştiriciliği ve üretimi

Dünya mantar üretiminin önemli kısmı Çin başta olmak üzere ABD, Hollanda, İspanya, Fransa, Polonya İtalya ve diğer bazı ülkelerde yapılmaktadır. Yenilebilir

mantar üretiminde 5 milyon ton ile ilk sırayı alan Çin 4 924 000 ton *Pleurotus ostreotus* üretim ile bu değere ulaşmıştır (FAO, 2011).

Günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerde mantar yetiştiriciliği, tam anlamıyla bir sanayi haline gelmiş ve otomasyonlu sistemlerle üretimler yapılmaktadır (Anonim, 2003a).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin mantar üretim ithalat ve ihracatları senelere göre artış göstermiştir. 1991 yılında 1.158.000 ton olan toplam mantar ithalatı, 2001 yılında 3.364.000 tona, 2010 yılında ise 5.1 milyon tona yükselmiştir. Ülkemizde, kültür mantarı üretimi ilk olarak 1960 yılında Ankara Ziraat Fakültesi'nde yapılmıştır.. Daha sonra 1970 yılında mantarcılığa önem verilmiş ve Tarım Bakanlığına bağlı Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nde Mantarcılık Bölümü açılmıştır. Ülkemiz mantar üretici ülkeler arasında 21.559 ton ile 19. sırada yer almaktadır (Anonim, 2012).

Son yıllarda ülkemizde kültür mantarcılığı yetiştiriciliğinin; Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Doğu ve Güneydoğu bölgelerinde ise mantarcılık faaliyetleri yeni yeni başlamaktadır. Mantarcılık faaliyetinde Antalya, Denizli, İçel, Ankara, Adıyaman, Trabzon, Konya, Bursa, Osmaniye ve Kocaeli ilk on ili oluşturmaktadır (Anonim, 2003a).

Tarımsal artıklar üzerinde yenilebilir mantarların üretiminin yapılabilir olması toplum ekonomisi açısından son derece önemlidir (Madan ve ark.,1987).

Pleurotus türleri, çok çeşitli lignoselülozik tarımsal atıkları enzim sistemiyle parçalayabilmesi açısından üretimi son derece avantajlı bir kültür mantarıdır (Patrabansh ve Madan 1997). Bu nedenle; *Pleurotus* kültürü için substratları, *Agaricus* kültüründeki gibi ön işleme (fermantasyon) tabii tutmak gerekli değildir (Yalınkılıç ve ark., 1994). Bu olgu; üreticilere zaman ve işçilik açısından ekonomik olarak avantaj sağlamaktadır.

Lignoselüloz esaslı her türlü artık ve atık materyal *Pleurotus* cinsi mantarların yetiştiriciliğinde substrat olarak kullanılabilir (Shashirekha ve ark., 2005; Baysal ve ark., 2003). Ayrıca, bu mantarların değişen çevre koşullarına karşı toleranslı ve çok kuvvetli misel yapıları sayesinde birçok organik materyal üzerinde fermantasyona ihtiyaç duymadan yetiştirilebilmektedir (Kalmış ve Sargın, 2004).

Kültür mantarı üretimi için 2 önemli unsurun birlikteliği gerekmektedir. Bunlardan birisi kompost (yetiştirme ortamı), diğeri ise mantar miseli (spawn)'dir.

2.1.1.1. Kompost (Yetiştirme ortamı)

Pleurotus türlerinin yetiştiriciliğinde kullanılan materyalleri 3 grup altında toplamak mümkündür.

1. Bitkisel artıklar: Sap,saman (hububat sapları), çeltik sapı, mısır koçanı vb.
2. Zirai endüstriyel artıklar: Pirinç kavuzu, tekstil endüstrisi pamuk artıkları, yer fıstığı kabukları vb.

Olivier (1990), yaptığı çalışmada, en yüksek verimin kuru ağırlıkta %0.7-0.9 oranında azot içeren ve C/N oranı 50 ya da daha yüksek olan kompost ortamları kullanıldığında elde edildiğini belirtmiştir.

Pleurotus ticari üretimi için temel substrat olarak buğday sapı kullanılabilir (Olivier, 1994). *Pleurotus* türleri multienzim sistemleri sayesinde çok farklı tarımsal atıklarda yetiştirilebilmektedirler. Günümüzde kavak, meşe, çam, kayın, akçaağaç, huş gibi ağaç türlerinin talaşı, hububat samanı, fındık zuru mısır koçanı, yer fıstığı kabukları çay artığı, kahve pulpu, ayçiçeği tohum kabuğu, pamuk tohumu atıkları gibi birçok tarımsal atık mantar üretiminde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir (Philippoussis ve ark., 2000).

Pleurotus kültüründe, buğday samanı tek başına kullanıldığında gelişmenin yavaş, verimin ise düşük olduğu, buna karşılık azotça zengin katkı materyalleri

kullanıldığında ise gelişmenin hızlandığı, verimin daha da arttığı gözlenmiştir (Chang ve ark., 1981; Zadrazil ve Grabbe,1983; Laborde ve ark.,1985).

Patates kabuğu artıkları (Kahlon ve Arora, 1987), hurma yağı artıkları (Yong, 1986), atık kağıt (Omari ve ark., 1976), zeytin yağı atık suyu (Pompei ve ark., 1994), işlenmiş turunçgil artıkları (Yoshikawa, 1975), şeker pancarı artıkları (Yuying, 1989), pamuk sapı (Leong, 1980; Chang ve ark., 1981; Iqbal ve Asghar, 1989), çeltik sapı (Ma-Renwei, 1988), bezelye sapı (Stanciulescu, 1986), ot (Jaio ve ark., 1988; Iqbal ve Asghar, 1989) ve kolza sapı (Ginterova ve ark., 1987) gibi materyaller *Pleurotus* yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Kopinski (1988), alkol fabrikası artığı, nişasta fabrikası atık suyu, şeker pancarı melası ve bayat ekmeğin mantar üretiminde kullanılabilceğini belirtmiştir.

Bonatti ve ark. (2004), muz ve çeltik sapını *Pleurotus* spp. yetiştirme ortamı olarak kullanmış ve olumlu sonuç almışlardır.

Güler (1991), değişik *Pleurotus* türlerini buğday sapı, çeltik sapı, mısır sapı ve bunların karışımını incelemiştir. Yetiştirme ortamlarına göre en yüksek verim 437.90 g ile buğday+çeltik+mısır karışımından elde edilmiş, bunu 377.90 g ve 375.90 g ile buğday + çeltik ve buğday + mısır ortamları izlemiştir; en düşük verim ise 249.90 g ile çeltik sapından elde edilmiştir.

Gonzalez ve ark. (1993), *Pleurotus ostreatus* yetiştiriciliğinde hindistan cevizi lifi ve bunun 1:1 ve 1:2 oranında kahve artığı ile karışımını yetiştirme ortamında kullanmışlardır. En yüksek biyolojik verimlilik 1:2 oranındaki karışımdan elde edilmiştir.

Worrall ve Yang (1993), elma posası ve talaş karışımını *P. ostreatus* yetiştiriciliğinde kompost üretiminde kullanmışlar ve elma posası içeren ortamdaki misel gelişimi tek başına talaş içeren ortama göre daha hızlı ve yoğun olduğunu tespit etmişlerdir. 1:1 oranda elma posası ve talaş içeren ortam tek başına kullanılan

ortamlara göre daha yüksek verim vermiştir. Analizlerdeki yüksek azot seviyelerinin elma posasının etkinliğinden kaynaklandığını belirlemişlerdir.

Optimum koşullarda en yüksek verim, 1 kg kuru materyalden 1 kg taze mantar olarak elde edilmiştir (Delmas ve Mamoun, 1983; Rajarathnam ve ark., 1986).

Pleurotus türleri tahıl sapı, talaş, ağaç kütüğü ve çay yapraklarını içeren çok sayıdaki tarımsal atıkta gelişebilir ayrıca yetiştirme ortamına soya fasulyesi unu gibi protein katkı maddeleri kullanılarak verim arttırılabilir (Zadrazil ve Dube, 1993).

Gonzalez ve Gomez (1994), *Pleurotus ostreatus* yetiştiriciliğinde yer fıstığı kabukları ve mısır yapraklarını kullanarak yüksek verim elde etmişlerdir.

Gonzalez ve Garzon (1997), *P. ostreatus* yetiştiriciliğinde sorgum sapını tek başına ve 1:1 oranında yer fıstığı kabuğu ile karışımını kullanmışlardır. Biyolojik verimlilik oranı sorgum sapı üzerinde %132.3, 1:1 oranındaki karışımda ise %108.4 olarak belirlenmiştir.

Pleurotus ostreatus yetiştirme ortamında kişniş tohumu (eczacılık endüstrisi artığı), geniş yapraklı ağaçların talaşı, ince odun parçaları ve özellikle kayın, fındık ve kavak ağacının parçacıklarını denenmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Tudor, 1997).

Philippoussis ve ark. (2000), Akdeniz Bölgesinde yeterli miktarda bulunan buğday sapı, pamuğun çırçır makinesi atıkları, yer fıstığı kabukları ve kavak talaşını *P. ostreatus* yetiştiriciliğinde karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Buğday sapı ve çırçır makinesi atıkları *Pleurotus* spp.'de yüksek biyolojik etkinlik ve iri yaprak ayası sağlamıştır.

Baysal ve ark. (2003), tavuk gübresi ve çeltik kabuğu eklenen atık kağıt üzerinde yetiştirilen *Pleurotus ostreatus*'un misel gelişimi, pin oluşumu ve mantar verimini incelemişlerdir. En hızlı misel gelişimi (15.8 gün), pin oluşumu (21.4 gün),

mantar oluşumu (25.6 gün) ve en yüksek verim (350.2 g) %20 çeltik sapı eklenen ortamdaki artan çeltik kabuk miktarının misel gelişimini, pin ve mantar oluşumunu hızlandırdığı ve bunun sonucu verimi arttırdığı, ancak artan miktardaki tavuk gübresinin ise mantar gelişimi üzerine olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir.

2.1.1.2. Ortam ve kompost dezenfeksiyonu

Mantar üretimine geçmeden önce kompost, ekim odası ve inkübasyon odasının dezenfekte edilmesi sağlanmalıdır. Kompost dezenfeksiyonu ısı işlemler ve kimyasal yolla olmak üzere 2 şekilde sağlanır.

Cho ve ark. (1981), pamuk çiğiti, talaş ve buğday kepeğinden oluşturdukları yetiştirme ortamını 121°C'de 60 dakika otoklavda sterilize edilerek yetiştiricilikte kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Yapılan başka bir araştırmada, *Pleurotus ostreatus* kültüründe buğday sapından oluşan yetiştirme ortamlarının dezenfeksiyonunda %1, %3 ve %5'lik formaldehit, 1.5, 2.0, 2.5 g bakır sülfat dozlarının kullanılabilirliği incelenmiş, kontrol olarak ise otoklavda sterilizasyon uygulaması yapılmıştır. Bu 6 kimyasal uygulamanın otoklavlama kadar olmasa da tatmin edici sonuçlar verdiği, en iyi sonuçların %1'lik formaldehit ve 2.0 g bakır sülfat uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir (Afyon, 1988).

Upadyay ve Sohi (1988), kurutulmuş elma posasından oluşturulan *Pleurotus* yetiştirme ortamlarının, 200 ppm formalin ve 50 ppm carbendazimle dezenfeksiyonundan oldukça iyi sonuçlar elde etmişlerdir.

Upadyay ve Vijay (1991), buğday sapını 25 ppm carbendazim solüsyonu ve 500 ppm formaldehit solüsyonuyla 16 saat iyice ıslatıp, *P. ostreatus* yetiştiriciliğinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Bir başka araştırmada, *Pleurotus ostreatus* yetiştiriciliğinde kullandıkları şeker kamışı katkılı kompostun dezenfeksiyonunda 45°C, 60°C ve 75°C’de 48 saat buharla pastörizasyon ve 121°C’de 30 dakika otoklavda sterilizasyon yöntemleri denenmiş ve en iyi gelişmenin 75°C’deki buharla pastörizasyon uygulamasından elde edildiği ve bunu sterilizasyon uygulamasının takip ettiği gözlenmiştir (Abe ve ark., 1992).

2.1.1.3. Misel ekimi ve kuluçka dönemi

Kültür mantarı üretiminde tohum olarak mantar miselleri (spawn) kullanılmaktadır. Kültür mantarcılığında kullanılan tohumluk misellerin geliştirilmesi ayrı bir teknik ve yöntem gerektirmektedir (Eugenio ve Anderson, 1968). Özel laboratuvarlarda bu konuda uzmanlaşmış kişiler tarafından geręekleřtirilebilir. Bu nedenle üreticiler, mantar üretimi için gerekli miselleri, tohumluk misel (spawn) üretim laboratuvarından temin etmektedir.

Pleurotus misellerinin geliştirilmesi için literatürde farklı besin ortamları kullanılmıştır (Eugenio ve Anderson, 1968).

P. ostreatus’ un ‘tohumluk miselini’ (spawn) elde etmek amacıyla 100 g haşlanmış buğday tanelerine 10 g alçı ve 1g kireç (CaCO₃) ilave edilmiş, 25 ± 2 °C’de misellerin taneleri 14 günde sardığı tespit edilmiştir (Manu-Tawiah ve Martin, 1986).

Ekimde kullanılan misel miktarı yaş ortam ağırlılığının %2-3’ü kadardır. Bu oranın %5’i geğmesi istenmez. Aksi takdirde yüksek misel oranı substratın ısınması ve ortamda yüksek CO₂ oluşumuna neden olur (Aksu, 2001).

Misel ekimi 2 şekilde yapılır. Birinci yolu, dezenfekte edilmiş kompost, serilerek uygun miktarda misel üzerine serpiştirilerek kompost karıştırılır ve plastik torbalara aralarda boşluk kalmayacak şekilde doldurulur. İkinci olarak, kompost materyali torbalara doldurulurken poşet ile materyal arasındaki boşluğa el ile misel yerleştirilir. Bu düzene bir sıra kompost, bir sıra misel şeklinde poşet doluncaya

kadar devam edilir. Dolduran kompost büyüklüğü isteğe bağlı olarak değişmekle birlikte, 2,5-5 kg'lık polietilen torbalar kullanılır. Ekimi tamamlanan kompost 25 °C ve %90-95 nem içeren karanlık inkübasyon odasına alınır. Bu dönemde ışığa gereksinim duyulmaz. Uygun şartlar sağlandığında 10-15 günde misel sarımı tamamlanmış olur.

Shah ve ark. (2004), *P. ostreatus* kültürü için kompost yapımında buğday samanı, ağaç yaprağı ve odun talaşı kullanılmıştır. Misellerin kompostu sarması süresince sıcaklık 25 °C' de tutulurken bazidiokarp (primordium) oluşumu ve gelişimi evresi süresince sıcaklık 17-20 °C tutulmuştur. Bu çalışmada araştırmacılar, misellerin kompostu sarması en kısa 16.67 gün olarak talaş ve buğday samanı karışımı ile buğday samanının tek başına kullanıldığı ortamda en uzun misel gelişim süresi ise 25 gün olarak yaprakların tek başına kullanıldığı ortamda gözlemişlerdir. Primordium oluşum süresi en kısa 24 gün olarak buğday samanında, en uzun ise 30,33 gün olarak ağaç yapraklarıyla hazırlanan kompost ortamında gözlemişlerdir. Mantar oluşumu; en kısa sürede 27 günle buğday samanında, en uzun süre ise 35 günle talaş ve ağaç yaprağı karışımını içeren kompost ortamında gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Üç flaş sonunda 1000 g kuru substrattan elde edilen taze mantar miktarı en fazla 646.9 g ile talaş substratında en az ise 210.6 g ile ağaç yaprağı substratı üzerinde elde etmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmadan elde ettikleri bulgulara göre *P. ostreatus* kültürü için, en iyi substratın odun talaşı olduğunu belirtmişlerdir.

2.1.1.3. Primordium oluşumu ve hasat dönemi

Misel sarımının ve ilk primordiumların görülmesinin ardından sıcaklık 15 °C'ye nem miktarıda %75-85'e düşürülür. Karanlık günlerin ardından artık günde 10-12 saat 200-2000 lux miktarında ışığa ihtiyaç duyulmaktadır. Misel ön gelişme dönemi tamamlandıktan sonra primordiumların rahat çıkabilmesi için, polietilen poşetler içindeki kompost ya tamamen çıkartılarak ya da tamamen çıkarılmayıp yanlardan yaklaşık 1 cm² kadar büyüklüğünde delikler açılır. Bu işlemden 3-4 gün sonra ilk primordiumlar (mantar taslaklarının) oluştuğu görülecektir. Oluşan bu mantarcıklar ortam şartlarına bağlı olarak 2-3 gün sonra hasat büyüklüğüne

ulaşacaktır. Hasat büyüklüğünü alan mantarlar tür ve çeşit özelliğine bağlı olarak farklı renkte ve büyüklükte olabilmektedir. Genel olarak hasat büyüklüğü ve zamanı, mantar şapkalarının el ayası şeklinde tamamen açıldıktan sonra, kenarlarını dışa kıvrılmaya başlamadan hemen önceki taze, diri konumudur (Aksu, 2001).

Ragunathan ve ark. (1996), *Pleurotus* türlerinde, komposta misel aşılandıktan sonra primordium (bazidiokarp)'ın oluşumunun 22. ve 27. günde başladığını belirtmişlerdir.

P. ostreatus misellerinin gelişmesi için ışığa gereksinim yoktur, fakat sap ve şapka oluşması için ışığa zorunluluk duyulmaktadır. Karanlık ortamda şapkasız ince sap benzeri çalı şeklinde bir yapının gelişmektedir. Ayrıca sap ve şapka oluşması için 40 watt üzerindeki aydınlatmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Gyurko, 1972).

Pleurotus türlerinde bazidiokarpların oluşum süresi 21 gün (Rajarithnam ve ark., 1986), 20 gün (Zadrazil ve Schneiderei, 1972; Zadrazil, 1978), 15 gün (Zadrazil, 1974), 19 gün (Ertan, 1990) ve 23 gün (Yıldız, 1989) olarak belirtilmiştir.

Zadrazil (1978), yaptığı çalışmada *Pleurotus ostreatus* misel gelişmesinin 10-12 günde, birinci hasadın 40-50 günde, ikinci hasadın ise 60-70 günde tamamlandığını belirtmiştir. Bu sürelerin birbirinden farklı olmasında; kültür ortamındaki ışık yoğunluğu ile uygulama süresi (Zadrazil, 1974; Delmas ve Mamoun, 1982; Mamoun ve Delmas, 1984), C/ N oranı ile kaynağı (Lelley, 1972), Fe (Yıldız ve Saya, 1994) ve CO₂ konsantrasyonunun (Zadrazil, 1978) etkili olduğu saptanmıştır.

Klinbasky ve ark. (1993), yaptığı çalışmada birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü hasat süresinin sırasıyla 23 gün, 37 gün, 52 gün, ve 61 gün olarak belirlemişlerdir. 100 g nemli komposttan ise toplam olarak 21.5 g taze ürün elde edildiğini açıklamışlardır. Delmas ve Mamoun (1983), 100 g nemli komposttan 25 g taze mantar elde ettiklerini açıklamışlardır.

2.2. Kurutma

Gıda maddelerinin muhafazasında bilinen en eski yöntemlerden birisi olan kurutma; gıda maddesinin içerdiği nemin, kontrollü koşullarda uygun seviyeye indirilmesidir (Evrenuz,1988). Bu işlemin en önemli amacı, ürünlerin raf ömürlerini uzatmaktır. Kurutma işleminde amaç, ortamdaki suyun uzaklaştırılması ile su aktivitesini düşürmek, böylece mikroorganizma ve enzimlerin faaliyetlerini engellemektir. Bundan dolayı gıda maddesi, su bakımından mikroorganizmalar için elverişsiz duruma getirildiğinden, diğer tüm faktörler yeterli olsa bile mikroorganizmalar faaliyet gösterememektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003).

Dünyada üretilen yemeklik mantarların %40-50'si taze olarak tüketilmekte, kalanının ise çeşitli muhafaza yöntemleriyle raf ömürleri uzatılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan kurutma yöntemiyle raf ömürleri uzatılan mantarlar çorba, pizza ve hazır yemek konservelerinde bileşen olarak değerlendirilmektedir (Erbay ve Küçüköner, 2008).

Tüketim fazlası mantarlar, kurutularak değerlendirilebilmektedir. Kurutma diğer muhafaza yöntemlerine kıyasla daha ucuz bir yöntem olmasının yanı sıra kurutulmuş mantarlar, hava geçirmez ambalajlarda 1 yıldan fazla süreyle saklanabilmektedir (Bano ve ark., 1992; Rama ve John 2000). Ancak kurutma işlemi yapılırken kurutulacak materyale hangi kurutma yönteminin ve hatta bu yöntem içinde hangi tip cihazın kullanılacağı, materyalin niteliklerine ve kurutulmuş ürünün kullanım alanına ve sahip olduğu çeşitli besinsel faktörlere bağlıdır (Cemeroğlu ve ark., 2003). Mantarlar dondurulmadan, konserveye işlenmeden veya kurutulmadan önce farklı ön işlemler den geçmektedir. Sebzelerin kurutulmasında kullanılan ön işlemler arasında; kimyasal bileşenlerin ilavesi, ozmotik kurutma ve haşlama son yıllarda literatürde en çok karşılaşılan uygulamalar arasında sayılabilir. Haşlama; en yaygın kullanılan ön işlemlerden biri olup, ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyen enzimleri inaktive etmeyi amaçlamaktadır (Keçebaş, 2007).

Mantarların kurutmada önce ısı işlem uygulanmasının amacı doğal renginin korunması içindir. Ön işlem uygulanmayan mantarlardaki en büyük sorun istenmeyen renk değişmelerinin ortaya çıkmasıdır (Fang ve ark., 1971).

Long ve Alben (1969); mantarların kahverenkli pigment oluşumuna neden olan çok miktarda polifenol oksidaz enzimi içerdiğini belirtmişlerdir.

Fang ve ark. (1971) taze mantarları dondurma işlemi öncesi kaynayan su içinde 2 dak. süreyle haşlanarak açık renk oluşumunu sağlamışlar ancak aynı zamanda haşlama işlemi ile suda çözünebilir katı maddelerin ve askorbik asit kaybının önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Sethi ve ark. (1991) *Agaricus bisporus* kültür mantarında haşlama işlemi ile mantarların renk ve aromasında 6 ay boyunca önemli bir değişim olmadığını belirtmişlerdir.

Mantarların kurutulmasında hava ve dondurarak kurutma yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Dondurarak kurutma yöntemiyle daha kaliteli bir ürün elde edilmesine rağmen, yüksek maliyet gerektirmesi bu uygulamanın yaygınlaşmasını sınırlamaktadır. Sıcak hava ile kurutma işleminde ise elde edilen ürün dondurularak kurutulmuş ürüne kıyasla besin kompozisyonu ve tekstürel tüm zayıflıklara rağmen ekonomik nedenler sebebiyle daha fazla tercih edilmektedir (Çelen, 2004). Kurutulmuş meyve ve sebzeler diğer yöntemlerle muhafaza edilen ürünlere göre kolay paketlenme, düşük maliyetle taşıma ve oda sıcaklığında depolama gibi bazı avantajlara sahiptir. Ayrıca bu ürünlerin diğer ürünlerle karışımı kolay olduğundan, kullanım alanları da çok geniştir (Keçebaş, 2007).

Pruthi ve ark. (1984) mantara uygulanan haşlama işleminin mantarın protein içeriğini; su içinde haşlama işlemiyle %37'den %27'ye, buharla haşlama işleminde ise %37'den %34.3'e düştüğünü belirlemiştir.

Kurutulmuş mantarların gıda teknolojisinde hazır çorbalar, soslar, mezeler, ketçap gibi çok sayıda üründe kolaylıkla kullanılmaktadır (Minare, 1991).

2.3. Buğday

Dünyada en çok üretimi yapılan ürün buğdaydır. FAO 2004 yılı istatistiklerine göre dünya çapında toplam buğday üretimi yaklaşık 628 milyon tondur. Dünya nüfusunun %35'inin temel besin maddesi buğdaydır. Besin maddelerinden alınan toplam kalorinin %20'si buğdaydan alınır (Kırtok, 2000).

Buğday danesinin kimyasal yapısı: karbonhidratlar, azotlu maddeler, lipitler, enzimler, vitaminler, mineral maddeler ve sudan oluşur. Bu maddelerin danedeki oranı çeşide ve yetiştirme koşullarına göre farklılık gösterir. Buğday danesinin ortalama kimyasal bileşimi Çizelge 2. 2. de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Buğdayın Ortalama Kimyasal Bileşimi (Altan, 1990)

Tahıl çeşidi	Selüloz (%)	Karbonhidrat (%)	Protein (%)	Lipit (%)	Mineral madde (%)	Nem (%)
Buğday	1.8	68.6	12.6	(1.9)	1.6	13.5

Ülkemizde de gerek üretim ve gerekse tüketim açısından en önemli tahıl çeşidi buğdaydır. Ülkemiz tüm tarla ürünleri üretim miktarı bakımından incelendiğinde buğday üretim miktarı toplam üretimimizin %35'ini oluşturmaktadır. Türkiye buğday ekim alanı ve üretim bakımından Dünya'da 9. sırada yer almaktadır (Anonim, 2008).

Buğday, besin öğelerinin önemli bir kısmını bünyesinde yeterli düzeylerde bulundurması, yetersiz besin öğelerince de kolaylıkla zenginleştirilip takviye edilebilmesi, bileşiminin çok önemli bir kısmının kurumaddeden oluşması ve lipit içeriğinin düşük olması gibi sebeplerden ötürü gıda formülasyonlarında sıklıkla kullanılmaktadır (Dizlek, 2010).

Tüketime hazır tahıl ürünleri genellikle az rafine tahıl tanesi, kırmısı ve ununun tekstür, tat ve aroma sağlayıcı katkı maddeleri ile birlikte yenilecek şekilde ısıyla muamelesi ve işlenmesiyle elde edilir. Böylece besin değeri ve kullanım kolaylığı yüksek gıda maddeleri elde edilmektedir. Yenmeye hazır tahıl ürünleri 2 işlem prensibine sahiptir. Birinci prensip; fırınlanmış ürünü takriben %3-5 nispetinde nem içerecek şekilde kurutarak, gevrek bir tekstüre sahip bir ürün meydana getirmek. İkinci prensip ise; hububatların içerdiği nişastanın dekstrinizasyonu, jelatinizasyonu ve karamelizasyonu ile ve ortaya çıkan nişastanın parçalanma ürünleri ile aroma geliştirmek, mevcut aromayı değiştirmektir (Elgün ve Ertugay, 2002).

Ülkemizde buğdayın işlenmesi ile elde edilen gıda maddelerinin başında ekmek, makarna, bulgur, bisküvi ve tarhana gelmektedir. Ülkemizde buğday üretim miktarının fazla olması bu hammaddenin farklı ürünlerde değerlendirilebilirliğini gündeme getirmiş ve bu ürünler içerisinde buğday gevrekleri ve buğday cipsleri ön plana çıkmıştır.

2.4. Cips

Gelişen teknoloji ile birlikte toplumların yaşam alışkanlıklarındaki değişimler, yemek yeme alışkanlıkları da etkilemektedir. Bu durum hazır gıda teknolojisini öne çıkarmaktadır ve bu grup içerisinde çerez gıda teknolojisi ön plana çıkmıştır. Nitekim çerez tipi gıdaların tüketimi giderek artmaktadır. Gıda teknolojisinin gelişmesi ile birlikte gıda çeşitliliğinde önemli bir artış meydana gelmiştir. Çerez gıdalar içerisinde de cipsler en fazla rağbet edilen ürünler olup cips sektörü de yeniliklere son derece açıktır (McCarthy, 20001; Kely ve ark., 2007).

Çerez gıdalar genellikle karbonhidrat ağırlıklı hammaddeden elde edilen özellikle çocuk ve gençlerin tercih ettiği bir gıda çeşididir. Dünyada ve ülkemizde en fazla tüketilen çerez gıdaların başında patates ve mısır cipsleri gelmektedir (McCarthy, 2001).

Cipslerde temel hammadde olarak kullanılan patates, mısır, bitkisel yağ ve tuzun yanı sıra bazı cips çeşitlerinde aroma maddeleri, antioksidanlar, lezzet artırıcılar, antimikrobiyal maddeler ve emülgatör gibi katkı maddeleri kullanılmaktadır. Cips üretiminde katkı maddeleri sınıfına giren bir çok madde, “aroma maddeler” adı altında kombine-toz halinde satın alınarak kullanılmaktadır. Bu anlamda, bir çeşit aroma maddesinin içeriğinde bulunan komponent sayısı 40’a kadar çıkabilmektedir. Cips üretiminde ayrıca daha fazla “doğala özdeş toz aroma maddeler” sıklıkla kullanılmaktadır (Uzun, 2002; Altuğ, 2001).

Cips denildiğinde ince ve yuvarlak kesilerek kızartılmış patates dilimleri akla gelmektedir. Patates cipsinin geçmişi 1850’li yıllara dayanmaktadır Günümüzde milyonlarca insanın tükettiği bu ürün ilk olarak New York’un kuzeyindeki Saratoga Spring adlı kasabada yaşayan George Crum adlı aşçının, müşterisinin patates dilimlerini kalın bulmasıyla müşteri memnuniyeti için geliştirmiş ve günümüzde bu ürün cips adı altında popülerlik kazanmıştır. Bir müşteri inadı ile başlayan bu serüven bugün milyar dolarlık bir bütçeye sahip dev bir sektör halini almıştır (Anonim, 2014).

Son yıllarda atıştırmalık ürünlere olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Birçok ülkede bu atıştırmalık gıdalar geleneksel olarak kızartılmış ve tuzlu ürünlerdir. Atıştırmalık ürünler genellikle yüksek glisemik indeks, yağ ve tuz içerikli ürünlerdir (Hardacre ve ark., 2006).

Cips üretiminde cipsin yağ içeriği çok önemlidir. Çünkü yağ, kızartma işleminde üretim maliyetini etkileyen pahalı bir hammadde olması yanında ayrıca sağlık yönünden de tüketiciler tarafından olumsuz olarak görülmektedir. Mısır ve patates cipslerinde yağ oranı %25–40 arasında değişmektedir. Cipsin kızartma esnasında absorbe ettiği yağ miktarı; ürünün aroma, tekstür ve görünümünü etkiler. Cips üretiminde farklı ülkelerde tüketici tercihlerine uygun çeşitli yağlar kullanılmaktadır (Uzun, 2002). Ülkemiz cips üretiminde bitkisel sıvı yağlar kullanılmaktadır ve bu grup içerisinde en fazla kullanılan ise palm yağıdır (Didin, 1999). Dünyada çoğu insan çerez tipi gıdaları hem öğün aralarında açlığı bastırmak

için atıştırılabilir olarak hem de öğün sonlarında tüketmektedir (Thakur ve Saxena, 2000).

Mantarlarda, nişastanın yok denecek kadar az olması, mantarların diyet yemeklerin arasına girmesini sağlamıştır. Çünkü 100 g taze mantar yenildiğinde 20-30 kalori enerji sağlar (Anonim, 2003b). Bu yönü ile şişmanlıktan şikayet eden ve aynı zamanda cips tipi atıştırılabilir ürünleri tüketmek isteyen kişiler için mükemmel bir gıdadır.

Türk Standartları Enstitüsü'nün patates ve mısır cipsleri için belirlediği başlıca kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikler aşağıda verilmiştir (Anonim, 1993; Talburt ve Smith, 1986).

1. Patates cipslerinde rutubet miktarı ağırlıkça en çok %3.5, mısır cipslerinde ise en çok %3.0 olmalıdır.
2. Yağ miktarı kütlece en çok %40 olmalıdır.
3. Tuz miktarı kütlece en çok %2 olmalıdır.
4. Etiket bildirimindeki çeşidine göre; ihtiva ettiği çeşni maddesinin hissedilebilen tat, koku ve aromasında olmalıdır.
5. Kusurlu cips miktarı, kütlesele oran olarak %5'i, kırılmış cips miktarı, kütlesele oran olarak %15'i geçmemelidir.
6. Kendine has görünüşte olmalı, yanık olmamalı, kirlenmiş, küflü, kurtlu, böcek ve zararlılarca yenmiş olmamalıdır.

Türkiye deki cips pazarının 2012 yılı itibariyle 800 milyon doları aştığı 2004 yılına göre %300'lük bir büyümenin olduğu belirtilmektedir. Türkiye'deki tüketimin

Amerika ve Avrupa'ya nazaran çok az olmasının tüketim alışkanlıkları ile alakalı olduğu düşünülmektedir (Pedreschi ve ark., 2008; Anonim, 2014).

Ülkemiz tahıl ürünleri üretiminde dünyanın önde gelen ülkeleri arasındadır (Kayacier ve ark., 2014). Cips endüstrisinde alternatif ürünlerin değerlendirilmesinde ülkemizde yüksek potansiyel olarak üretilen tahıl ürünleri önem arz etmektedir. Örneğin buğday cipsi yeni bir ürün olarak son zamanlarda üretilmeye ve üzerinde çalışılan konular arasındadır. Literatürde yeni buğday cips çeşitlerini geliştirme amacıyla yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak farklı tahıl unları ile zenginleştirilmiş buğday cipsi (Kayacier ve ark., 2014), kızartılmış buğday cipsi (Cankurtaran, 2012), elma lifli buğday cipsi (Kayacier ve ark., 2014) , karabuğday unu ile zenginleştirilmiş buğday cipsi (Taşkırđı, Y., 2011) ve buğday ununa farklı tahıl unları ilaveli fırınlanmış buğday cipsi (Göncü, 2011) verilebilir.

Güler (2011)'in siyah üzüm posası katkılı mısır cipsi eldesinde %7 oranında üzüm posası tozu (ÜPT) içeren ve 150 °C de ekstrüde edilen örnekler yapılan çeşitli analizler neticesinde ön plana çıkmıştır. Sonuç olarak yeni ekstrüder atıştırmalık ürün olarak geliştirilen fonksiyonel cipslerin üretiminde ÜPT'nin kullanılabilirliği ortaya konulmuştur. ÜPT ilavesi ile cips içeriğinin kalite parametrelerinin zenginleştirilebileceği tespit edilmiştir.

Baltacıoğlu (2012) yer elmasının, cips ve gevrek yapımında kızartılmış ve mikrodalgalanmış örneklerin renk, tekstür, nem içeriği, yağ ve duyuşal özelliklerine etkisini araştırmıştır. Yapılan deneylerin sonuçlarına göre kızartma sıcaklığı ve işlem süresi arttırıldığında yer elması ürünlerinin nem içeriği ve beyazlık değerlerinin azaldığı fakat a*, b*,sertlik, kırılgnalık ve yağ içeriği değerlerinde artış olduğu gözlenmektedir. En uygun kızartma sıcaklık ve süresinin hem gevrek hem de cips için 180 °C de 240 s olarak, mikrodalga kullanımında ise cips örnekleri için 600W-105s, gevrek için ise 900W-60s olarak belirlemiştir. Mikrodalga gücü ve işlem zamanı arttırıldığında, mikrodalgada pişirilmiş yer elması ürünlerinin nem içeriği ve beyazlık değerlerinin azaldığı, fakat a* ve b* değerleri arttığı belirtilmiştir. Ürünlerin sertlik ve kırılgnalık değerleri zamanla artmış sonrada azalmıştır. Araştırma

sonucunda mikrodalga kullanımının proses süresini kısalttığı ve geleneksel kızartma yöntemine göre daha az yağ içermesi sebebiyle alternatif olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Son yıllarda yağı azaltılmış tortilla cipsleri rağbet görmektedir. Fırınlanmış cipsler, kızartılmış cipslere göre farklı tekstür ve lezzete sahip olup en ayırıcı özelliği yağ oranının düşük olmasıdır (Quintero-Fuentes ve ark., 1999).

Cipsler yediden yetmişe herkesin severek tükettiği bir ürün olmasına rağmen bazı olumsuz özelliklere de sahiptir. İçerdiği yüksek yağ oranı, kızartma sonucu oluşan zararlı bileşikler ve yüksek tuz oranı kızartılmış çerez gıdaların en fazla bilinen olumsuz özellikleridir. Yapılan bilimsel çalışmalar, bu olumsuzlukların çeşitli sağlık sorunları arasında ilişki olduğunu göstermektedir. En sık görülen rahatsızlıkların başında obezite ve obezitenin getirmiş olduğu sağlık sorunları gelmektedir. Yapılan son çalışmalara göre günlük diyetle alınan enerjinin yaklaşık %40'lık kısmı çerez tipi ürünlerden geldiği belirlenmiştir (Bilman ve ark., 2010).

Kızartma işlemi esnasında ürünün yağ emme mekanizması çeşitli faktörlerin etkisi altındadır. Bunlar;

- Kızartma sıcaklığı ve süresi
- Kullanılan yağın kimyasal özellikleri
- Ürüne uygulanan ön işlemler
- Gıdanın fizikokimyasal özellikleri
- Ürünün şekli ve büyüklüğüdür.

Tüketime hazır olması ile çerez gıdalar günümüzde dünyanın her bölgesinde talebi artış gösteren gıda maddeleri arasında ön sıralarda bulunmaktadır. Çerez gıda

tüketimindeki bu artan talep çerez gıda üretimine olan ilgiyi arttırmış ve bu konuda yapılan AR-GE faaliyetlerinin de yaygınlaşmasını sağlamıştır (Kerr ve ark., 2001).

Cips endüstrisinin gelişmesindeki en önemli faktörlerin başında ürün çeşitliliği gelmektedir (Yağci ve Gögüş, 2008).

Cips üreticileri sürekli olarak yeni ürünler geliştirerek tüketicilerin beğenisine sunmaktadır. Sektörde yeni çerez gıdaların geliştirilmesinde en fazla uygulanan yaklaşım ürün formülasyonların da değişiklik yapmak, AR-GE çalışmalarına önem vermek ve farklı pişirme yöntemleri geliştirmektir. Atıştırmalık cips ve çerez üretiminde daha fazla kızartma, fırın, ekstrüder ve mikrodalga gibi pişirme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada kızartma, fırın ve mikrodalga pişirme yöntemleri üzerinde durulacaktır.

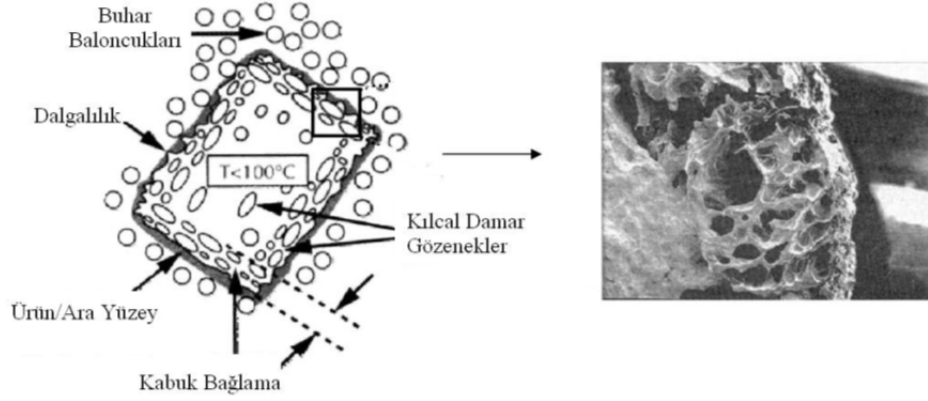
2.4.1. Kızartma

Kızartılmış ürünlerin tercih edilmesinde kuşkusuz en önemli faktör ürünlerin gevrekliğidir. Ayrıca ısının etkisiyle üründe meydana gelen bazı aromatik bileşikler gıdanın duyuşal olarak tercih edilmesinde önemli rol oynarlar. Gıdaların hem hızlı bir şekilde tüketime hazırlanmalarını hem de uzun süre muhafaza edilebilmelerini sağlayan kızartma bilenen en eski pişirme yöntemlerinden birisidir (Cankurtaran, 2012).

Derin yağda hazırlanan cipslerin tüketim açısından daha çok beğenilmesine rağmen yüksek yağ içerikleri tüketici açısından sorun teşkil etmektedir. Cips endüstrisi de bu sorunları aşabilmek için hem işlem aşamalarında hem de formülasyonlarda değişiklikler yaparak tüketici tercihlerine uygun en az yağlı cips üretmeye çalışmaktadır (Mellema, 2003; Dueik ve Bouchon, 2011).

Kızartılmış cipslerin absorbe ettiği yağ miktarı açısından en önemli etmen ürünün başlangıçta bünyesinde barındırdığı su miktarıdır. Çünkü su kızgın yağ ile karşılaştığında buhar haline gelerek üründen uzaklaşmakta ve uzaklaşırken

merkezden yüzeye doğru porlar oluşturmakta ve kızartma yağı bu porlara dolmakta ve ürünün yağlılığını artırmaktadır. Şekil 2.2. de bir cips ürününün kızgın yağ içerisindeki oluşturduğu reaksiyonlar gösterilmiştir (Shih ve Daigle, 1999; Dana ve Saguy, 2006).



Şekil 2.2. Derin yağda kızartılmış bir cipsin yağ emilim mekanizması (Shih ve Daigle, 1999)

Ürünlerin dış yüzey rengi, gevrekliği ve absorbe edilen yağ miktarı kızartma sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Cipslerin kalınlıkları ile son ürün yağ miktarı arasında da bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Genelde cipslerde uygulanan kızartma sıcaklığı 160–200 °C aralığında değişir. Çok yüksek sıcaklık ve süreler ürünün dış yüzeyinin kararmasına, düşük sıcaklık ve süreler ise ürün daha fazla yağ absorbe etmesine ve tüketici tarafından tercih edilmeyen tekstürel problemlere neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı kızartılmış cipslerde kızartma sıcaklığı ve süresi yağ emiliminde etken parametrelerdir (Mehta ve Swinburn, 2001).

Buğday cipsi üzerine yapılan bir çalışmada optimum kızartma sıcaklığı ve süresinin 180 °C ve 50 sn olduğu belirlenmiştir (Yüksel ve ark., 2014). Yine buğday cipsi üzerine yapılan başka bir çalışmada duyu verileri baz alınarak en uygun kızartma sıcaklık ve süresinin 170 °C ve 40 sn olarak belirlenmiştir (Kayacier ve ark., 2014).

2.4.2. Fırın

Fırınlanmış cipsler satış reyonlarında son zamanlarda sıklıkla karşılaşılan ve rağbet gören yeni ürünlerdir. Bu cipslere duyulan popülarite düşük yağ ve buna bağlı olarak düşük kalori düzeyinden kaynaklanmaktadır. Tat ve tekstür fırınlanmış cipslerinin önemli kalite karakteristikleri olup kızartılmış cipslerden farklılık arz etmektedir (Kayacier ve Singh, 2003a). Fırınlama işlemiyle elde edilen ürünlerin özellikleri; fırın sıcaklığı, rutubeti ve süreye bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Elgün ve Ertugay, 2002).

Fırınlanmış ürünlerin kimyasal, reolojik ve tekstürel yapıları fırınlanma şartlarına bağlıdır. Nişasta jelatinasyonu, protein denatürasyonu ve tat bileşiklerinin oluşumu proses şartlarına bağlıdır. Fırınlanmış ürünlerin nem içeriği son ürünün özelliklerinin belirlenmesinde son derece önemli etkiye sahiptir (Thorvaldsson ve Janestad, 1999).

Özellikle diğer cips pişirme metotlarında olduğu gibi tekstür, fırınlanmış cipslerde de kalite ve kabul edilebilirlik açılarından en önemli kalite parametrelerinden birisi olup fırınlanmış cipslerin tekstürel yapısı hava hücrelerinin yapısı ve oluşan yarıklara bağlıdır (Kayacier ve Singh, 2003b).

Gıdalarda diğer önemli kalite kriterlerinden olan aroma oluşumunda enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları etkili olup, fırınlanmış ürünlerde ürün içinden ziyade kabuk kısımlarında meydana gelen karbonil bileşikleri daha sonra ürün içine teşekkül etmekte ve bu özellik de tahıl ürünlerinin nötr karaktere sahip olmalarına sebep olmaktadır. Nötr karakterdeki tahıl ürünlerinin aroması, kuvvetli tat ve aromaya sahip gıda maddeleriyle (peynir, et, süt, tereyağı, balık vs.) zenginleştirilmesiyle hem tahıl ürünlerine aroma ve besleyici değer kazandırılabilir hem de kuvvetli karakterdeki bu gıdaların tüketimi artırılabilir (Elgün ve Ertugay, 2002).

2.4.3. Mikrodalga

Günümüzde kurutma ve pişirme işlemlerinde daha fazla geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerde ısı, malzemeye kondüksiyon, konveksiyon ve/veya radyasyon yolu ile iletilmektedir. Yani ısı transferi malzemenin yüzeyinden iç kısmına doğru iletildiğinden istenilen sıcaklığa ulaşmada ısı transferinden dolayı ısı kayıpları meydana gelmekte, işlem süresi artmakta ve bu yüzden enerji sarfiyatı olmaktadır. Ayrıca ürünü istenilen kaliteye ulaştırmada zorluklar yaşanmakta ve aynı zamanda üretim verimi düşük olmaktadır. Bu ve benzeri nedenlerden dolayı alternatif yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Alternatif pişirme yöntemlerinden biri olan mikrodalga yönteminin çalışma prensibinde ise enerji konveksiyonel sistemlerinde olduğu gibi yüzeyden değil, direkt gıda içerisine nüfuz ederek gıdanın bütününde etki ettiğinden daha kısa zamanda ve enerji kaybı olmadan ısıtma işlemini gerçekleştirir (Giese, 1992).

Geleneksel ısıtma yöntemlerinden farklı olarak mikrodalga ısıtmanın tüketiciye sağladığı en büyük avantaj çabuk ısıtmasıdır. Öyle ki bu yöntem ile ısıtma besin maddelerinin klasik yöntemle ısıtılmalarına göre 10 hatta 20 kat daha hızlı olabilmektedir (Mermelstein, 1989).

Günlük hayatta gıda maddelerinin ısıtılması veya pişirilmesi amacıyla kullanılan mikrodalga fırınlar, gelişmiş ülkelerde oldukça yaygın olarak kullanılmasına karşın ülkemizde kullanımı sınırlıdır. Mikrodalga yöntemi gıda endüstrisinde daha fazla haşlama, pişirme, kurutma, donmuş gıdaların çözünmesi işlemlerinde kullanılmaktadır (Decareau, 1986).

Yapılan çalışmalarda mikrodalga çalışma sisteminin, zaman ve enerjiden tasarruf sağladığı ve gıdaların besin değerlerini korumada avantajlı olduğu tespit edilmiştir (Şahin ve ark., 2007; Öztop ve ark., 2007).

Mikrodalga pişirme sisteminin prensibi, mikrodalga alan enerjisinin ürün üzerine ısı enerjisi olarak dönüşmesidir. Mikrodalgalar, 300 MHz ve 30 GHz frekans

arasında yer alan elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır (Risman,1991). Mikrodalgaların besin yönünden söz konusu olan etkileşimi polarize olabilen su, yağ veya proteinlerin dipolleri ile olan reaksiyonudur (Pichert, 1977).

Isı enerjisi olarak mikrodalga enerjisinden 1950'li yıllarda sanayide patates cipsi son kurutmasında yararlanılmıştır (Decareau, 1986).

Mikrodalga fırında pişirilen etlerin genelde rutubet ve yağ içeriği geleneksel yöntemlerle pişirilenlere göre daha düşük (Kylan ve ark., 1964), protein içeriği ise daha yüksek çıkmıştır (Karakaya ve Kavas, 1992).

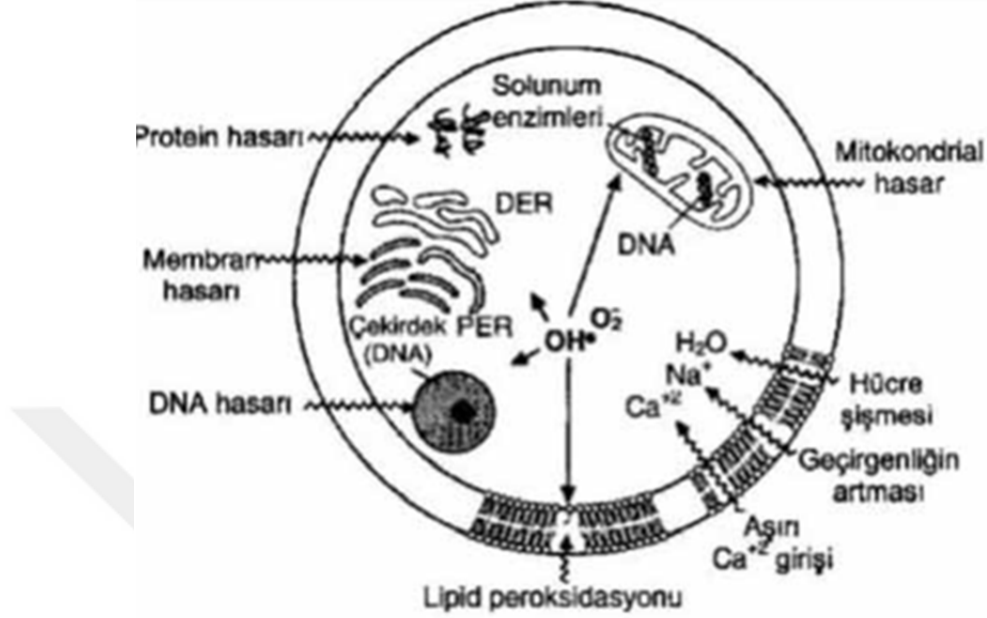
2.5. Serbest Radikaller, Fenolik Bileşenler ve Antioksidanlar

Son senelerde yapılan serbest radikaller ile ilgili çalışmalar hız kazanmakta ve serbest radikallerin doku harabiyeti sebebiyle pek çok hastalığın gelişmesinde rol aldığı belirtilmektedir. Vücudumuz tarafından zaten üretilmekte olan serbest radikaller uygun miktarlarda bulduklarında vücut için yararlı bileşiklerdir. Örneğin hücrelerde fagositoz gibi yararlı faaliyetlere etki edebilmektedirler. Ayrıca serbest radikaller bağışıklık sistemi hücrelerinden olan nötrofil ve makrofaj gibi hücrelerin savunma mekanizması için gereklidirler (Altan ve ark., 2006). Fakat serbest radikaller aşırı miktarlarda bulduklarında lipit ve glikoprotein gibi bileşikler başta olmak üzere hücresel yapılar üzerinde toksikolojik etkiye sebep olmaktadır (Derin ve ark., 2001). Aynı zamanda vücutta çeşitli hasarlara neden olmaktadır (Şekil 2.3.)

Serbest radikaller, son yörüngelerinde eşleşmemiş elektron içeren atom veya bileşiklerdir. Radikal ve serbest radikal terimleri sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmakla beraber, radikal terimi serbest radikalın su molekülleri tarafından bağlanmış formunu ifade etmektedir (Slater, 1984).

Radikallerin lipitler, proteinler ve nükleik asitler gibi temel hücresel bileşenlerde oluşturdukları hasarlar sonucunda; kanser, damar tıkanıklığı, kronik kalp

rahatsızlıkları, yaşlanma, yaşa bağlı bağışıklık yetersizliği ve hipertansiyon gibi hastalıkların oluşumuna neden olmaktadır (Çakatay ve Kayalı, 2006).



Şekil 2.3. Serbest radikallerin hücresel hasarı (Onat ve ark., 2006)

Vücut içerisinde serbest radikallerin oluşma hızı ve bunların ortadan kaldırılma hızı bir denge içinde devam etmektedir. Bu durum oksidatif denge olarak tanımlanmaktadır. Oksidatif denge sağlandığı sürece vücut serbest radikallerin olumsuz etkisinden korunmaktadır. Serbest radikallerin oluşma hızında artma olduğu takdirde denge bozulur ve oksidatif stres olarak tanımlanan durum ortaya çıkar (Altan ve ark., 2006). Özetle oksidatif stres; pro-oksidan ve antioksidan dengenin bozulması olarak tanımlanmaktadır (Çakatay ve Kayalı, 2006).

Serbest radikallerin oluşumunu ve bunların sebep olduğu hasarı önlemek için vücutta çeşitli savunma sistemleri geliştirilmiştir. Bunlar antioksidan savunma sistemleridir. Canlı hücrelerde bulunan protein, lipit, karbonhidrat ve DNA gibi okside olabilen bileşiklerin oksidasyonunu önleyen veya geciktiren maddeler antioksidan olarak adlandırılır (Çavdar ve ark., 1997).

Antioksidan maddeler, kanser ve kardiyovasküler rahatsızlıklara neden olan serbest radikaller ve reaktif oksijen türlerine göre güçlü antioksidan özellik taşırlar. Fenolik bileşikler, fitik asit, askorbik asit, tokoferol; meyve ve sebzelerde, çayda, tüm tahıl tanelerinde doğal olarak bulunan ve sağlık üzerinde olumlu etkiye sahip olan antioksidan bileşiklerdir (Meral ve Doğan, 2006).

Fenolik bileşikler veya polifenoller kimyasal açıdan; en az bir aromatik halka ve bu halkaya bağlı en az bir hidroksil grubu içeren ve doğal olarak bulunan organik bileşiklerdir (Escarpa ve Gonzalez, 2001). Molekül formülerinde en az 6 karbon atomu ve en az bir OH grubu içermektedirler. Fenolik bileşikler kolayca okside olabilme özelliği dolayısıyla antioksidan aktiviteye sahiptirler (Escarpa and Gonzalez, 2001; Carabias- Martinez et al., 2005).

Fenolik bileşikler, suda çözünen antioksidanların en önemli grubunu oluşturmaktadır. Meyve ve sebzelerde yüksek oranda bulunur ve sağlık üzerine olumlu etkiye sahiptir. Fenolik bileşikler, sağlık üzerinde olumlu etkiye sahip olan antioksidan bileşiklerdir (Meral ve Doğan, 2006). Bu bileşenler, büyüme ve üremede patojenlere, olumsuz iç ve dış koşullara karşı koruyuculuk sağlarlar (Bravo, 1998).

Hastalıkların birçoğunun çevresel faktörlerle ve özellikle tüketilen gıdalarla ilişkilendirilmesi, tüketicilerin satın aldıkları gıdaları sorgulamaya başlamalarına sebep olmuştur. Yaşamı sağlıklı bir şekilde sürdürebilme ve hastalıkları önleme yollarının araştırılması, en çok çalışma yapılan konular arasındadır. Bu nedenle, doğal sebze, bitki ve meyvelerin insan vücudu üzerine etkileri her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bitkilerle alınan antioksidan maddelerin hücrelerin deforme olmasına neden olan oksijen ve vücuda giren diğer zararlı maddelerin etkisine karşı koruyucu etkisi antioksidan aktivitesi yüksek olan ürünlere olan ilgiyi arttırmaktadır. (Etherton ve ark., 2002).

Antioksidanların insan sağlığı üzerindeki başlıca etkisi, serbest radikal süpürücüsü olmasıdır. Metabolik faaliyetler sırasında oksijen, reaktif oksijen türleri olarak adlandırılan süperoksit, hidrojen peroksit, tekli (singlet) oksijen ve hidroksil

radikallerine çevrilebilir. Bu yüzden oksijen canlı sistemler için oldukça toksiktir. Vücutta antioksidanların varlığında, oksidatif strese bağlı hasarlar büyük oranda azalmaktadır. Antioksidanlar, hidrojen atomu vericisi olarak etki gösterir ve zincir oluşturan radikalleri daha az reaktif türlere dönüştürürler. Antioksidanlar, lipit peroksidasyonunu, proteinlerin çapraz bağlanmasını ve DNA mutasyonunu engeller (Başer ve Kırimer, 2002).

İnsan vücudunda ve gıdalarda çok çeşitli reaktif oksijen türleri ve lipit peroksidasyonu ürünleri oluşabilmektedir. Serbest radikallerin oluşumunu ve bunların sebep olduğu hasarı önlemek için vücutta antioksidan enzimler ve düşük moleküler ağırlıklı enzimatik olmayan antioksidan bileşenlere dayalı bir savunma sistemi vardır. Ancak bu savunma sistemi bütün bu hasarlardan tam olarak korunmak için yeterli gelememekte ve dolayısıyla insan vücudunun bu oksidatif hasardan korunmasında antioksidan içeren gıda alımları yardımcı olabilmektedir (Lin ve Yen, 1999).

Bilimsel araştırmalar antioksidanların kanser ve kalp rahatsızlıkları gibi kronik dejeneratif rahatsızlıkların oluşma riskini azalttıklarını bildirmektedir. Gıdalarda bulunan antioksidan bileşikler sağlığı koruyucu faktör olarak çok büyük bir öneme sahiptirler (Prakash, 2001).

Antioksidanlar gıda endüstrisinde oksidasyon prosesini geciktirmek, fonksiyonel özellik katmak vb. sebeplerden ötürü kullanılmaktadır (Brand-Williams ve ark., 1995).

Palacios ve ark. (2011)'nin *Pleurotus ostreatus*'un da arasında bulunduğu sekiz mantar çeşidinde her 1 g kuru mantarda 1-6 mg fenolik madde, 0.9-3.0 mg /g flavanoid konsantrasyonu tespit etmiştir. Ayrıca *Pleurotus ostreatus*'un lipid oksidasyonunu %36 engellediği ve bu özelliğinden antioksidan kapasitesinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Günümüzde uygulanan antioksidan aktivite ölçüm metotları yalnızca çözünür formdaki sıvı ekstraktların aktivitelerinin ölçümüne olanak sağlamaktadır. Sıvı fazdaki ekstrakte edilmiş örnek ile sıvı fazda çözücü içerisinde hazırlanmış radikal çözeltisinin bir araya gelerek reaksiyona girmesi ve bu radikalın söndürülmesi ilkesine dayanarak antioksidan tayini yapılabilmektedir (Miller ve Rice-Evans, 1997; Brand-Williams ve ark., 1995)..

Mantarların sahip olduğu fenolik bileşikler, terpenler ve steroidler gibi farklı sekonder metabolitleri içermektedir. Mantar fenolikleri mükemmel bir antioksidan özelliği taşır. Bazı yenilebilir mantarların antioksidan aktiviteleri ile toplam fenolik bileşik miktarları arasında bir korelasyonun var olduğu belirlenmiştir (Sarıkürkçü ve ark., 2004). Potansiyel olarak faydalı etkilere sahip olan fenolik bileşenler ile peroksidaz veya polifenol oksidaz gibi oksidatif özellikteki enzimler mantarların bileşiminde doğal olarak yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Ramirez-Anguiano ve ark., 2007).

DPPH (2,2-difenil-1- pikrilhidrazil) yöntemi; antioksidan aktivitenin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan ve diğer metotlara kıyasla daha kısa sürede sonuç veren antioksidan belirleme yöntemlerinden biridir. Antioksidanların DPPH radikallerine karşı göstermiş oldukları temizleyici (scavenging) aktivite antioksidanların sahip olduğu hidrojen verme yeteneğinden kaynaklanmaktadır (Baumann ve ark., 2002).

Yang ve ark (2002)'nin istiridye mantarı üzerine yaptığı çalışma da metanol ekstraktında indirgeme gücünü, 517 nm'de 40mg/ml konsantrasyonda 1.28 absorbans, DPPH metoduna göre yapılan antioksidan tayininde ise 6.4 mg/ml'de % DPPH radikalının indirgeme aktivitesi 42.9–81.8 olarak belirlemiş ve toplam fenoliklerin doğal antioksidan olduğunu kanıtlamışlardır. Yapılan çalışma neticesinde mantar örneklerinde yüksek antioksidan aktivite, indirgeme gücü ve DPPH tespit etmişlerdir.

P. ostreatus mantarının *in vitro* koşullarda, antioksidan etkinliğinin incelendiği bir çalışmada; mantar ekstraktının önemli miktarda fenolik maddeler içerdiği gibi

askorbik asit, α -tokoferol, β -karoten ve flavonoid bileşikleri de bünyesinde içerdiği tespit edilmiş ve tüm bu bileşenlerin mantarın antioksidan aktivitesiyle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Jayakumar, 2009).

Jayakumar ve ark. (2009)'nın istiridye mantarının metanol ile ekstraksiyonunda yüksek antioksidan özellik gösterdiğini tespit etmiş ve bu zengin antioksidan kaynağının hem doğal gıda katkısı olarak hem de farmakolojik olarak kullanılabilmesini belirtmişlerdir.

P. ostreatus'un metanol ve su ekstraktlarının serbest radikal giderim kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Ancak metanol ekstraksiyon veriminin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Sarıkürkçü ve ark., 2004).

İstiridye mantarının, su ve metanolik ekstraktlarının karşılaştırıldığı DPPH antioksidan metodu kullanılarak yapılan başka bir çalışmada ise, suda çözülmüş ekstraktın antioksidan kapasitesi daha yüksek çıkmıştır (Ramirez-Anguiano ve ark., 2007).

Filipa ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu *in vivo* ve *in vitro* çalışmada *Pleurotus ostreatus*'un biyoaktif bileşenler içerdiği ve antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tayvan'da yapılan piyasa çalışmasında farklı mantarlardan elde edilen etanol ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Mantar ekstraktlarının antioksidan etkisi türlere göre büyükten küçüğe doğru sırasıyla; *Agaricus bisporus*, *Hypsizygus marmoreus*, *Volvariella volvacea*, *Flammulina velutipe*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*, *Hericium erinaceus* ve *Lentinus edodes* olarak belirlenmiştir (Fu ve Shieh, 2002).

Kurutulmuş *A. bisporus*, *Polyporus squamosus*, *P. ostreatus*, *Lepista nuda*, *Russula delica*, *Boletus badius* ve *Verpa conica* türlerinin metanol ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri araştırıldığı bir çalışmada mantarların antioksidan aktiviteleri

bütillenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) ve α - tokoferol gibi standart antioksidanlarla karşılaştırılmıştır. Mantar türlerinin ve standartlarının metanol ekstraktların DPPH üzerindeki temizleyici (scavenging) etkisi büyükten küçüğe doğru sırasıyla BHA, α - tokoferol, *Lepista nuda*, *Russula delica*, *Polyporus squamosus*, *P. ostreatus*, *A. bisporus*, *Verpa conica*, *Boletus badius* olarak belirlenmiştir (Elmastaş ve ark., 2007).

2.6. Fonksiyonel Gıdalar

Çağımızda sağlığın korunması ve yeniden kazanılmasında beslenmenin en önemli etmenlerden biri olduğu tüm dünyada kabul edilmiş ve fonksiyonel besinler ilgi odağı olmuştur. Gıda sanayii de bu gelişmelere kayıtsız kalamamış ve fonksiyonel ürünler hızla gelişen sektörlerinden birisi olmuştur. Fonksiyonel besin tüketiminde; yaşlanan nüfus, artan sağlık masrafları, gıda tüketimi ve sağlık ilişkisi hakkında toplumun bilinçlenmesi, tüketicilerin kalite ve çeşide gösterdikleri talep etkili olmaktadır (Betz, 1999).

Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin öğeleri gereksinimini karşılamanın ötesinde, insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkili olan gıdalardır. Bir gıdanın fonksiyonel özelliklere sahip olabilmesi için; biyoaktif bileşikler, probiyotik mikroorganizmalar ve prebiyotik maddeler gibi etkili bileşenlere sahip olması ve bu bileşenlerin vücudun ilgili bölgesine yeterince gönderilebilmesi gereklidir (Anonim, 2004).

Geçtiğimiz yüzyılda, beslenme ve yeni gıda ürünü geliştirmede öncelikli olarak görünüm açısından çekiciliğe önem verilmiş, beslenme değeri ise dikkate alınmamıştır. Buda sağlıksız ürünlerin üretilmesine neden olmuştur. Aynı zamanda işlemden geçirilen gıdalar, işlem gereği o gün için önemi tam olarak bilinmeyen bazı özelliklerini yitirdiklerinden, toplumda yanlış beslenme alışkanlıklarının gelişmesine ve eksik beslenmenin getirdiği sağlık sorunlarına sebep olmuştur (Başer ve Kırmıner, 2002).

Dengesiz beslenmeye bağlı obezite ve beslenmeye bağlı hastalıkların görölme sıklığı artmaktadır. Hastalıklarının kontrol altına alınması için günlük diyetin fonksiyonel özelliği olan gıda bileşenleri ile zenginleştirilmesi önerilmektedir (Anonymous, 1997; Zeissel, 2000; Mar ve Jose, 2002; Suojanen ve ark., 2006).

Ünlü filozof Hipokrat (MÖ 400) “Besinler ilacımız, ilacımız da besininiz olsun” (Let food be thy medicine and medicine be thy food) sözü yediğimiz gıdaların sağlığımızla ilişkili olduğunu göstermektedir. Fonksiyonel gıdalar da bu amaçla günümüzün ve geleceğin gıdası olarak pazarda yerini almaktadır (Pelvan, 2009).

Beslenme; büyüme, gelişme, yaşamın sürdürülmesi, sağlığın korunması ve geliştirilmesi için gıdaların tüketilmesidir. İnsanın büyüüp gelişmesi, hücrelerin yenilenmesi ve onarımı, metabolizmasının çalışması, sağlığının korunması, düzenli ve rahat olarak yaşamını sürdürebilmesi için gıdalarda bulunan enerji ve besin öğelerini yeterli ve dengeli bir şekilde alıp kullanabilmesi gerekmektedir. Çağımızın ilerleyen teknolojileri sayesinde farklı gıda ürünlerinin üretimiyle özellikle fonksiyonel gıdalar ön plana çıkmaktadır.

Oraman (2010)’a göre 1990’lı yıllarda toplumun büyük kesimi için, besleme de öncelikle ürünün lezzetine önem verilirken, artan hastalıklar ve bu hastalıkların büyük bir kısmının sağlıkla ilişkilendirilmesi nedeni ile son birkaç yıldır insanlar, hem sağlık hem de lezzet aramaktadır. Bu durumun farkında olan şirketler, yeni ürünler geliştirme de lezzet ve sağlığı birlikte yakalamak ve seçeneği artırmak için hızlı bir çalışma başlatmışlardır. Tüm dünyada fonksiyonel ürün pazarına yeni girmiş olan birçok firma yeni yeni girdiği fonksiyonel pazarını daha da genişletmeyi, yeni ve farklı fonksiyonel gıda kategorileri oluşturmayı hedeflemektedirler. Sadece firmalar değil, Gıda Mühendisliği eğitimi veren okullar da fonksiyonel gıdalar konusunda çalışmalarına hız kazandırmıştır.

Fonksiyonel gıdaların üretiminde; gıdanın içerisinde doğal olarak bulunan ve yararlı fizyolojik etkiye sahip bir bileşenin konsantrasyonunun artırılması, yararlı fizyolojik etkinliği yüksek başka bir bileşenin gıdaya ilave edilmesi, olumsuz

fizyolojik etkinliği olan bileşenin elemine edilmesi, negatif fizyolojik etkiye sahip bileşenin kısmen uzaklaştırılarak yerine yararlı fizyolojik bileşenin ilavesi ve tümüyle ihtiyaca yönelik olarak ürün kompozisyonunun hazırlanması gibi yöntemler kullanılabilir. Bir fonksiyonel gıdanın; bireyin beslenmesine, sağlığının korunmasına ve daha iyi duruma getirilmesine yardımcı olması, besleyici ve sağlığı olumlu yönde etkileyici özelliklerinin beslenme ve gıda bilimi açısından sağlam temellerinin olması ve güvenilir olduğunun ortaya konulması gerekmektedir. Bununla birlikte bileşenlerinin fizikokimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, belirlenmiş olmalı, işlemeden dolayı besleyici değeri kayıp olmamalı, normalde tüketildiği şekilde olmalı ve ilaç olarak kullanılan bir madde olmamalıdır (Özçelik, 2005).

Atıştırmalık ürünler enerji miktarları açısından genellikle yüksek değere sahipken, diğer besin öğeleri açısından düşük ve dengesiz bir besin dağılımına sahiptir. Özellikle atıştırmalık ürünler, karbonhidrat ağırlıklı beslenme tipine girmektedir. Tüm bu sebeplerden ötürü yüksek miktarda tüketimi yapılan atıştırmalık ürünlerin daha sağlıklı ve daha besleyici hale getirilmesine yönelik çalışmalar son dönemlerde önem kazanarak devam etmektedir.

İnsanların sağlık konusuna daha fazla önem vermeye başlamaları, ilaç gibi tıbbi ürünlerinin yan etkilerinin gün geçtikçe artması doğal ürünlere ve fonksiyonel gıda ürünlerine yönelmelerini sağlamıştır. Fonksiyonel gıdalar, genellikle gıda içerisine dışarıdan fonksiyonel özelliğe sahip çeşitli bileşenin eklenmesiyle elde edilebilir. Günümüzde en çok kullanılan fonksiyonel gıda bileşenlerinden birisi de antioksidanlardır. Antioksidanlarca zengin gıdaların üretiminin artırılması ve tüketicilerin bu konuda bilinçlendirilmesi yaşam kalitesini artırmak ve daha sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için gerekli olduğu düşünölmektedir.

Son yıllarda bazı besinlerin sağlık üzerindeki etkilerinin bilimsel olarak ortaya konulması, bu besinlerin günlük diyetimizde sıklıkla tükettiğimiz gıdalara eklenmesi kamuoyunda geniş yankı bulmuştur. Bu yaklaşımla fonksiyonel besinlere artan ilgi gün geçtikçe hız kazanmaktadır.

Cips endüstrisi son zamanlarda, fonksiyonel özellik kazandırılmış ürünler üzerindeki çalışmalarını artırmıştır (Rababah ve ark., 2012).

Cipslere fonksiyonel özellik katmada yapılan çalışmalara , buğday cipsine surimi tozu ilavesi (Duman ve ark., 2012), mısır cipsine; yulaf unu, nohut unu, havuç ve findıktan oluşan bir karışım hazırlanarak ekstrüde cips üretimi (Özer, 2007), mısır cipsine, üzüm posası tozu ilavesi (Güler, 2011), yine mısır cipsine baklagil unları (fasulye, bezelye ve izole edilmiş soya unları) ilavesi zenginleştirilmiş ekstrüde edilmiş cips (Rababah ve ark., 2012) üretimi örnek olarak verilebilir.

Yüksek değerlikli protein içeriğine sahip olan karabuğday, buğday cipsinin zenginleştirilmesinde kullanılmıştır (Taşkırđı, 2011).

2.7. Cipslerde tekstür ve duyuşal özellikler

Cipslerin tekstürel özellikleri müşteri memnuniyeti açısından çok önemli bir parametredir (Matiacevich ve ark., 2012).

Belirli bir kuvvet altında gıdanın sergilediği özellikler o ürünün tekstürel karakteristiğini yansıtmaktadır. Cipslerde gevreklik en çok arzu edilen tekstür özelliklerinin başında gelmektedir. Tüketicilerin cipsleri tercih etmelerinin en önemli sebeplerinin başında gevreklik gelmektedir (Roudaut ve ark., 2002).

Kızartma yağı, hammaddenin nem içeriği, kalınlığı, pişirme sıcaklık ve süresi ve formülasyonda kullanılan bileşikler cipslerin gevrekliği üzerinde etkilidir (Dana ve Saguy, 2006; Roudaut ve ark., 1998). Gevrekliğin artması, ürünün neminin azalmasına bağlıdır (Nath ve Chattopadhyay, 2007). Cipslerde kızartma sırasında oluşan çatlaklar ürünün tekstürel özelliklerini etkilemektedir (Kayacier ve Singh, 2003).

Cipslerin duyuşal değerlendirmelerinde genellikle hedonik (beğeni cetveli) skalalar kullanılmaktadır. Bu değerlendirmede panelistlerden beğeniye göre ürünlere

belirli bir aralıkta puan vermeleri istenmektedir (Yüksel ve ark., 2014; Kayacier ve Singh, 2003)

2.8. Yanıt Yüzey Yöntemi (RSM= Response Surface Metodu)

Çalışma denemesini planlarken amaç, en az sayıda deneme ile en fazla bilgiyi toplamak olmalıdır. Deneme sayısının gerekenden fazla olması zaman kaybı ve ek maliyete sebep olur. Bu amaçla çalışılan prosese uygun bir deneme planı oluşturulmalı, minimum iş gücü ve maliyetle maksimum verim alınmalıdır (Cox ve Reid, 2000; Brereton, 2007).

Yanıt yüzey yöntemi (RSM), bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılan bir teknik programdır. Dolayısıyla denemelerin dizaynı, regresyon analizi, varyans analizi ve yanıt yüzey yönteminin başlıca kısımlarıdır (Eren, 2004).

1951 yılında Box ve Wilson tarafından geliştirilen yanıt yüzey yöntemi, son yıllarda Gıda Mühendisliği alanındaki optimizasyon çalışmalarında da sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Koç ve Ertekin, 2009).

Yapılan araştırmalarda oluşturulan geleneksel deneme desenlerinde değişkenler sabittir ve sonuç açısından değişkenlerin birbiri ile ilişkileri göz önüne alınmaz. Fakat yanıt yüzey metodunun ortaya çıkması ile artık değişkenlerin birbiri arasındaki ilişkisi değerlendirilebilir (Oba, 2012).

Optimizasyon programı, kullanılan üretim metotlarında iyileştirmeler yapmak ve ekonomik verimlilik sağlamak amacıyla gıda mühendisliği alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Çünkü yanıt yüzey metodu ile araştırmacılar tüm denemeyi temsil edecek biçimde daha az deneme ünitesi ile daha hızlı bir biçimde sonuca ulaşabilmektedirler (Baş ve Boyacı, 2007).

Yanıt yüzey yönteminde 1. veya 2. dereceden polinomial denklemler kullanılarak bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki ilişki tanımlanabilir. Bu amaçla şu eşitlikten yararlanır;

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) + \varepsilon$$

Denklemden Y: yanıt, f: bağımsız değişkenlerin sürekli fonksiyonu, n: bağımsız değişkenlerin sayısı, ε : istatistiksel hata

2.9. Optimizasyon

Proseslerin optimizasyonu yapılırken, ürünün kalite kriterlerini belirleyen çok sayıda yanıtla çalışılır. Bu yanıtların bazıları maksimum seviyede tutulurken bazılarında minimum seviyede tutulması istenir.

Yanıt yüzey metodu üç ana başlık altında incelenebilir. Bunlar; deney tasarımı, model oluşturulması ve proses veya ürün optimizasyonudur (Brereton, 2007).

Yanıt yüzey yaklaşımının optimizasyon yöntemi olarak kullanılmasında takip edilen işlem basamakları şunlardır.

- 1- Bağımsız değişkenlerin seçimi ve limit değerlerin belirlenmesi
- 2- Deneme tasarımının seçilmesi ve yanıtlar doğrultusunda deneylerin yapılması
- 3- Elde edilen verilerin matematiksel olarak ifade edilmesi
- 4- Modelin uygunluğunun değerlendirilmesi
- 5- Sonuçların doğrulanması

6- Her bir değişken için optimum değerlerin elde edilmesi (Bezerra ve ark., 2008).

Optimizasyonda ilk önce bağımsız değişkenlerin seviyesinin belirlenmesi gerekmektedir (Baş ve Boyacı, 2007). Deneme tasarımı seçerken ya 1. ya da 2. dereceden polinomiyal denklem kullanılmaktadır. Sistem yanıtı doğrusal ise 1. dereceden, değil ise 2. dereceden polinomiyal sistemler kullanılır. 2. dereceden polinomiyal model eşitliği 2 ve 3 bağımsız değişken için aşığıdaki gibidir:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_{ii}^2 + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1, i < j}^3 \beta_{ij} X_i X_j$$

$$Y = f(x) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_1^2 + \beta_5 X_2^2 + \beta_6 X_3^2 + \beta_7 X_1 X_2 + \beta_8 X_1 X_3 + \beta_9 X_2 X_3$$

β_0 , β_i , β_{ii} ve β_{ij} sabit, doğrusal terimlerin, karesel terimlerin ve interaksiyon terimlerin regresyon katsayılarıdır, X_i ve X_j bağımsız değişkenlerin kodlarıdır.

Yanıt yüzey yöntemi gıda bilimi ve teknolojisi alanındaki araştırmalardan alınan verilerin değerlendirilmesinde başarılı sonuçlar vermektedir. Bu yöntem, fermantasyon, kristalizasyon, inaktivasyon, kurutma, biyokimyasal çalışmalar, enzimatik çalışmalar, ürün formülasyonlarının geliştirilmesi ve ekstrüzyon teknolojisinde sıklıkla kullanılmaktadır (Oba, 2012; Bezerra ve ark., 2008).

Yapılan araştırmalar neticesinde istiridye mantarı tozu katkılı cips üretimine ve optimizasyonuna dair çalışmalara rastlanılmamıştır. Yapılan bu çalışmada, deneme tasarımlarının oluşturulması, modellemelerin yapılması ve optimizasyonu yanıt yüzey yöntemi (RSM) kullanılarak belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. İstiridye mantarı

Yapılan çalışma için kullanılacak istiridye mantarı Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksek Okulu'nda üretilmiştir.

3.1.1.1. İstiridye mantarı üretiminde kullanılan hammaddeler

3.1.1.1.1. Misel

Pleurotus ostreatus miseli Sylvan Tarım Ürünleri San ve Tic. Ltd. Şti.'den temin edilmiştir.

3.1.1.1.2. Saman, alçı ve sönmüş kireç

Kompost üretiminde kullanılacak saman, alçı ve sönmüş kireç Yozgat ilinin Boğazlıyan ilçesindeki yerel firmalardan temin edilmiştir.

3.1.1.1.3. Ortam dezenfeksiyonu

Ortam dezenfeksiyonu için kullanılan Formaldehit (CH₂O), Dimetil dichloro vinil fosfat (DDVP) ile sodyum hipoklorit Yozgat ilinin Boğazlıyan ilçesindeki yerel firmalardan temin edilmiştir. Alkol çözeltisi için kullanılan etil alkol Merck'den temin edilmiştir.

3.1.2. Mantar tozu üretimi

İstiridye mantarı Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu'nda üretilmiş, hasat edilmiş, 1 cm büyüklüğünde doğranmış ve taze haldeyken 100 °C'de su içinde 3 dak. süre ile

tutulmuştur. Haşlanan mantarlar soğutulmuş ve kurutuluncaya kadar, laboratuvar tipi kilitli polietilen torbalar içerisinde - 18°C'de (Bosch GSN36AI31, Germany) muhafaza edilmiştir. Tüm hasat sonunda dondurulan mantarlar + 4 °C'de (Bosch KSV36AI31, Germany) çözündürülmüş ve optimizasyon programı dahilinde uygun sıcaklık ve sürelerde etüvde (Daihan WAC 32, D-63450, Korea) kurutulmuştur. Kurutulan mantarlar önce laboratuvar tipi çelik waring blenderdan (21/8011ES Two speed Stainless Steel 21/CAC33 3.6 .40 Standard High 22,000 Low18,00, UK) ve daha sonra granüllerinin daha küçük olması için kahve değirmeninden (Bosch MKM6000, Germany) geçirilerek toz haline getirilmiştir. Mantar tozu için 0. gün analizleri yapılmış olup, uygun miktarda mantar tozu da 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün boyunca modifiye atmosferde depolanarak fizikokimyasal ve biyokimyasal analizler için kullanılmıştır. Cips üretimi için kullanılacak mantar tozu + 4 °C'de (Bosch KSV36AI31, Germany) tutulmuş ve kızartma cips için 2. günde, fırın cips için 4. günde ve mikrodalga cips için 7. günde kullanılmıştır.

3.1.3. Cips üretimi

Cips hamurlarının formülasyonlarında kullanılan Efsane markalı buğday unu kullanılmıştır. Hamur formülasyonunda kullanılan su olarak mantarın kendi haşlama suyu kullanılmıştır. Uygun formülasyonlarda hazırlanan hammaddeler hamur yoğurma makinasında (Kitchen Aid, Professional 600 MI, USA) yoğrulduktan sonra 45 dak. streç film içerisinde dinlendirilmiştir.

Dinlendirme işleminden sonra örnekler hamur açma makinesinde (Rondo, Doge SS0615, İsviçre) kademeli olarak inceltilerek (16 – 8 – 4 – 2) ve en son 1mm kalınlıkta açılmış ve kenar uzunlukları 3-6 cm olan kalıpla kesilerek dikdörtgen şekil verilmiştir. Şekil verilen hamurlar kızartma, fırın ve mikrodalga işlemi için hazırlanmıştır. Örneklerin kızartılma işlemi, sıcaklık kontrolünün etkin şekilde yapılabildiği 5 litre hacimli özel yağ banyosunda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1. Mikrotest, Türkiye). Kızartma için ayçiçeği yağı (Orkide yağ, Türkiye) yerel piyasadan temin edilmiş ve her 5 kızartma sonunda yağ banyosundaki kızartmalık yağ değiştirilmiştir. Kızartılmış cipsler dinlendirilmek üzere kâğıt havlular üzerinde

bekletilmiştir. Cipslerin fırınlama (Daihan WAC 32, D-63450, Korea) ve mikrodalga (Ethos One, Milestone S.r.l. USA) işlemleri yağlı kâğıt (Koroplast marka) üzerinde deneme planına göre, gerçekleştirilmiştir. Her üç uygulama işlemi için uygulanan parametreler ve formülasyonda kullanılan mantar tozu oranı ve matar suyu oranı, ön çalışmalar neticesinde belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Kızartma işleminin yapıldığı yağ banyosu

3.2. Yöntem

3.2.1 İstiridye mantarı üretimi

Cips üretiminin ana hammaddelerinden biri olan ıstiridye mantarının üretim şekli aşağıda verilmiştir.

3.2.1.1. Kompost hazırlama

Mantarın yetişeceği besi ortamı için (kompost) %95 buğday samanı ve %5 (alçı- sönmüş kireç karışımı) kullanılmıştır.

3.2.1.2. Kompostun pastörizasyonu

Öncelikle saman 24-48 saat su içerisinde bekletilerek samanın su çekmesi sağlanmış olup daha sonra saman 80-85 °C' de 2-4 saat arası pastörize edilmiştir. Pastörizasyondan sonra kompost süzölmüştür. Kompost %90 alkolle temizlenmiş yüzeye serilip üzerine %5 (alçı-kireç karışımı) ilave edilmiştir. Oda sıcaklığına kadar soğuması beklenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Kompost hazırlığı

3.2.1.3. Misel

Pleurotus ostreatus miseli Sylvan Tarım Ürünleri San ve Tic.Ltd.Şti.den temin edilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. *Pleurotus ostreatus* miseli

3.2.1.4. Ortam dezenfeksiyonu

Pleurotus ostreatus'un inokülasyondan sonra hasata kadar ki dönemde bulunacak ortamın dezenfeksiyonu gerekmektedir. Bunun için 1 lt su içerisinde 15 ml. Formaldehit (CH_2O) ilave edilerek tüp üzerinde kaynatılmış ve ortam buharla dezenfekte edilmiştir. Ayrıca 2 hafta da bir %0,1-1 DDVP ile ortam ilaçlanmıştır. Dezenfeksiyonu sağlamak için oda girişinde sodyum hipoklorit ve %70 lik alkol çözeltisi kullanılmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Ortam dezenfeksiyonu

3.2.1.5. Mantar miseli ekim (İnokülasyon)

Oda sıcaklığına gelmiş kompostta yaş ağırlığının %3-5'i kadar misel ilave edilmiştir. Misel ekiminde tek kullanımlık lateks eldiven kullanılmıştır. Misel hem serpme yöntemiyle kompostun üzerine, hem de poşetlere doldurulurken poşet kenarlarına el ile dolum yapılmıştır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. *Pleurotus ostreatus* miselinin inokülasyonu

3.2.1.6. Kompostun torbalara dolumu

Kompost 4-6 kg ağırlığında polietilen torbalara aralarda boşluk kalmayacak şekilde doldurulmuştur. Dolumu tamamlanan torbaların ağızları bantla kapatılmıştır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Kompostun torbalara dolumu ve askı sistemi

3.2.1.7. İnkübasyon (misel sarımı- kuluçka dönemi)

20-24 °C'de %75-80 ortam rutubetinde karanlık ve steril edilmiş ortamda misel sarımı beklenmiştir. Yaklaşık 15. günde misel sarımı tamamlanmıştır (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Misel sarımı ve kuluçka dönemi

3.2.1.8. Primordium oluşumu ve hasat

Misel sarımından 4-5 gün sonra Pinhead (iğnebaşı) görüldükten sonra polietilen torbaların her iki tarafına 1 cm² olacak şekilde 10-15 delik açılmıştır. Ortam sıcaklığı 15-20 °C' ye indirilmiş ve ortam rutubeti %90-95 seviyesine çıkarılmıştır. 800-1500 lüks/8-12 saat aydınlatma yapılmıştır. Ekimden 28-30 gün sonunda ilk hasat alınmıştır. Ortam nemi günde 2 defa olmak üzere pülverize su sistemiyle manuel olarak sağlanmıştır (Şekil 3.8.).





Şekil 3.8. Primordium oluşumu ve hasat

3.2.2. Mantar tozu ve cips üretimi

3.2.2.1. Ön İşlemler

Çalışma kapsamında istiridye mantarına uygulanan ön işlemler, literatür verileri ve yapılan ön çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir (Kılıç ve ark., 1997; Çetin ve ark., 2000; Cemeroglu ve ark., 2003).

Taze haldeki istiridye mantarının bazı özelliklerinin belirlenmesi için örnekler haşlama işlemine tabi olmadan direkt olarak laboratuvar tipi çelik blender kullanılarak parçalanmış ve 80°C’de 90 dak su banyosunda tutularak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Mantar tozu eldesi için ise hasat edilen istiridye mantarı 1cm büyüklüğünde doğranmış ve 100 °C’de su içerisinde 3 dak tutulmuştur. Haşlanan mantarlar soğuk sudan geçirildikten sonra süzölmüş ve polietilen torbalar içerisinde -18°C’de depolanmıştır. Mantar haşlama suyu da cips üretiminde hamur formülasyonunda kullanılmak üzere -18°C’de pet şişeler içerisinde depolanmıştır.

3.2.2.2. Kurutma yöntemi

Ön işlemlerden geçirilen mantarlar kurutulmak üzere etüve yerleştirilmiştir (Şekil 3.9.). Kurutma parametrelerinin belirlenmesinde Design Expert 7.0 paket programı kullanılmıştır. Kurutma işlemi yanıt yüzey yöntemindeki deneme noktaları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

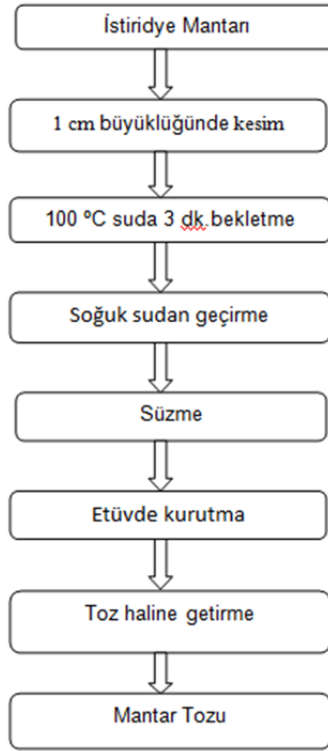
3.2.2.3. İstiridye mantarının kurutmaya hazırlanması

Dondurucudan çıkarılan mantarlar + 4°C'de 24 saat çözündürmek için bekletilmiştir. Mantarlar kurutma için etüve konulmadan önce fazla suyu uzaklaştırılmıştır. Yanıt yüzey yöntemine göre uygun normlarda kurutulan mantarlar laboratuvar tipi çelik blender ve granüllerinin daha küçük olması için kahve değirmeninden geçirilerek toz haline getirilmiştir (Şekil 3.11.). Mantar tozu için gerekli analizler yapıldıktan sonra optimize edilmiş ve en uygun parametre ile (sıcaklık ve süre) mantar tozu üretilmiştir (Şekil 3.10.). Üretilen mantar tozu depolamaya bağlı (6 ay) analizler için modifiye atmosferde ambalajlanmıştır. Mantar cipsi için gerekli olan mantar tozu ise formülasyonlarda belirtilen şekillerde (Şekil 3.15.) cips üretiminde kullanılmıştır.

Mantar tozunun üretimi ve optimizasyon işlemi Design Expert 7.0 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemi, deneme tasarımı dikkate alınarak gerçekleştirilmiş ve RSM (Yanıt Yüzey Yöntemi)'de istenilen yanıtlar doğrultusunda optimizasyonu yapılmıştır. İstiridye mantarı tozu üretildikten sonra buğday unu ve mantar haşlama suyu deneme tasarımına göre farklı formülasyonlarda uygulanarak cips hamuru hazırlanmıştır.



Şekil 3.9. İstiridye mantarının etüvde kurutulması



Şekil 3.10. İstiridye mantarı tozu üretim akış şeması



Şekil 3.11. İstiridye mantarı tozu

3.2.2.4. Cips hamuru oluşturulması

Cips üretiminde hamur oluşturma için kullanılacak su, mantar tozu ve buğday unu miktarları literatür çalışmaları ve tez kapsamında yapılan ön çalışmalar

neticesinde belirlenmiştir. Cips hamurunun yapımında kullanılacak mantar tozu ve buğday unu oranları RSM’de belirlenmiş ve bu dizaynlar doğrultusunda üretim gerçekleştirilmiştir. Hamur formülasyonunda kullanılacak suyun haşlanmış mantar suyu olacağı ‘‘mantar haşlama suyu’’ kısmında belirtilmiştir. Bu bağlamda mantar tozu için 1:1 oranında, buğday unu için ise 1:0.6 oranında suyun haşlanan mantar suyundan temin edilmesi uygun görülmüştür. Böylece hem mineral açısından hem de biyoaktif özelliği yüksek olan haşlama suyu kısmen de olsa cips üretiminde değerlendirilmiş olacaktır. Mantar tozunun absorbladığı su oranının yüksek olmasının nedeni yüksek lif içermesinden ileri gelmektedir ki buda önceki çalışmalarla desteklenmektedir.

Uygun miktarlarda mantar tozu, buğday unu ve haşlama suyu karıştırılmış ve otomatik hamur yoğurucuda hamur 10 dak. süresince yoğrulmuştur. Elde edilen hamur streç filmle sarılıp 45 dakika bekletilerek, hamurun uygun şekilde hidrasyonu sağlanmıştır (Şekil 3.12.). Dinlendirilen hamur, hamur açma makinesinde kademeli olarak 16 – 8 – 4 – 2 ve en son 1 mm kalınlıkta açılmış (Şekil 3.13.) ve kenar uzunlukları 3-6 cm olan kalıpla kesilerek dikdörtgen şekil verilmiştir (Şekil 3.14.). Şekil verilen hamur kızartma, fırın ve mikrodalgada pişirme işlemlerinden geçirilmiştir. Pişirilen cips örnekleri optimum faktörlerde (pişirme sıcaklığı-gücü, pişirme süresi ve mantar tozu oranı) yanıt yüzey yöntemine göre optimize edilmiştir. Üç farklı pişirme yöntemine göre optimize edilen cips örnekleri oda sıcaklığında modifiye atmosferde ambalajlanmış olarak 6 ay boyunca depolanmıştır.



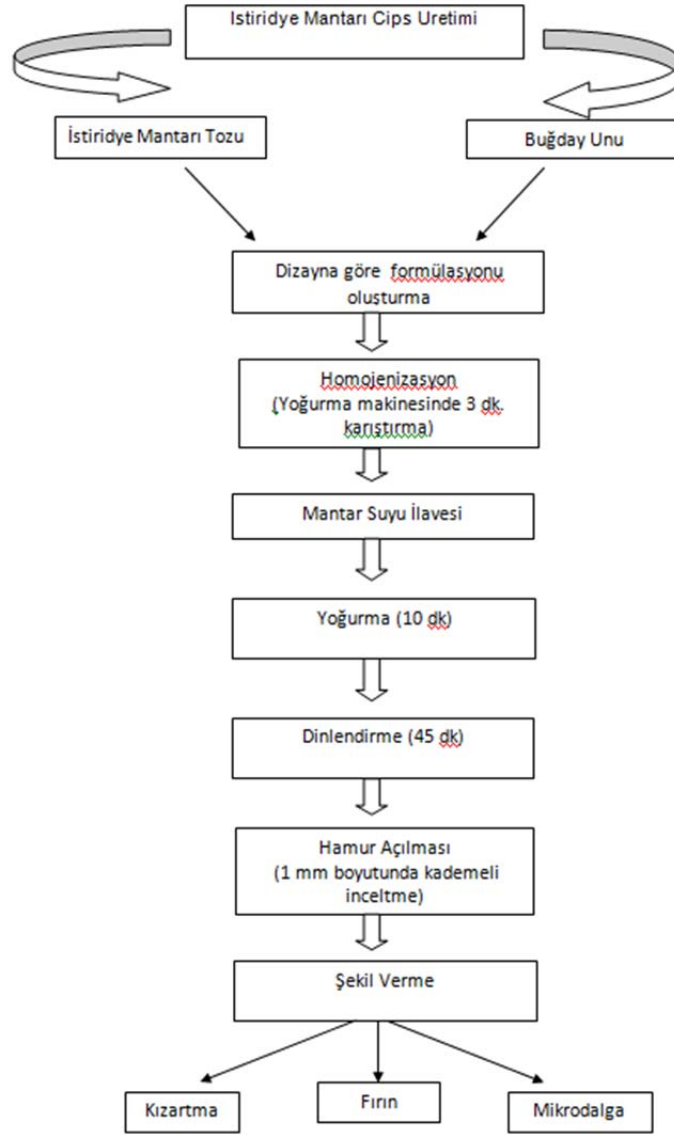
Şekil 3.12. Hazırlanan cips hamurlarının streç film ile dinlendirilmesi



Şekil 3.13. Hazırlanan cips hamurlarının açılması



Şekil 3.14. Açılan cips hamurlarına şekil verilmesi



Şekil 3.15. Farklı pişirme yöntemleri ile hazırlanmış istiridye mantarı cips üretim akış şeması

3.2.3. Taze mantar, mantar haşlama suyu, mantar tozu ve mantar tozu katkı cipslerde yapılan temel analizler

Su aktivitesi, pH ve renk ölçümleri 5 paralel- 2 tekerrür, diğer tüm analizler 3 paralel- 2 tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.1. Kurumadde tayini

Taze mantar, mantar tozu ve mantarlı cips örneklerinin kurumadde miktarı tayininde öncelikle tartım kapları 105 °C'de 1 saat bekletilerek sabit tartıma getirilmiştir. Daha sonra konulan örneğin kurumadde miktarı 105±3 °C'ye ayarlı fırında (Daihan, Korea) sabit tartıma (>3 saat) gelinceye kadar kurutulması ile tespit edilmiştir (Gökalp, 1995).

3.2.2.2. Yağ analizi

Kızartılmış cips örneklerinin yağ içeriği, solvent ekstraksiyonu yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaçla etüvde (Daihan, Korea) 105 °C'de 3 saat kurutulmuş örnekler, otomatik soxhlet cihazı (Büchi, Universal Extraction Unit B-811, İsviçre) kullanılarak 150 ml petrol eteri ilavesi ile 5 saat süre ile ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon sonrası örnek kapları 105 °C'de 15 dak bekletilmiş ve sonra desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tartımları gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.3. Kül analizi

Sabit tartıma getirilmiş porselen krozelere taze mantar, cips ve mantar tozu örneklerinden 2'şer gram tartılarak porselen krozeler içerisine konulmuştur. İlk olarak ön yakma işlemine tabi tutulan örnekler daha sonra kül fırınına (Elektro-Mag, M, Türkiye) alınmış ve sıcaklık kademeli olarak 550 °C getirilerek 6 saat süre ile yakma işlemi uygulanmıştır. Yakma sonrası desikatöre alınarak soğutulan örnekler sabit ağırlığa gelince tartım alınarak % kül miktarı hesaplanmıştır (AOCS, 1999).

$$\%Kül = (a-b) / (c-b) \times 100$$

a: Yakma işleminden sonra kül + krozenin darası (g),

b: Krozenin darası (g),

c: örnek + Krozenin darası (g)

3.2.2.4. Protein miktarı tayini

Taze mantar, mantar tozu ve cips örneklerinin protein miktar analizi Kjeldahl metodu ile yakma, distilasyon (Velp Scientifica, UDK 132, Italy) ve titrasyon ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen Azot (N) değeri 6,25 ile çarpılarak protein miktarı hesaplanmıştır (AOCS, 1999).

3.2.2.5. pH ölçümü

Bir miktar saf su içerisinde çözülen taze mantar örneklerinin pH değeri direkt olarak birleşik elektrotlu dijital pH-metre (Hana K-12 marka) tampon çözeltilerle (pH 4 ve 7) kalibre edildikten sonra pH-metre probu direk örnekler içerisine daldırılarak ölçüm yapılmıştır (TSE, 2001).

3.2.2.6. Su aktivitesi tayini

Örneklerin su aktivitesi değerleri otomatik su aktivitesi tayin cihazı (Aqualab Series 3T, ABD) kullanılarak belirlenmiştir (Kaban, 2007).

3.2.2.7. Renk analizi

Örneklerin renk ölçümleri Lovibond marka (RT Series Reflectance Tintometer, İngiltere) cihaz ile gerçekleştirilmiştir. L*; siyahtan (0) beyaza (100) kadar örneğin açıklık-koyuluk, a*; yeşil-kırmızı, b*; sarı-mavi renk değerleri ölçülmüştür (Mitsumoto, 2005).

3.2.4. Taze mantar, mantar tozu, mantar haşlama suyu ve mantar tozu katkılı cipslerde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri

TFMM ve EC₅₀ analizleri, 3 paralel- 2 tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.1. Taze mantar, mantar tozu, mantar haşlama suyu ve mantar tozu katkılı cips örneklerinde ekstraksiyon

Ekstraksiyon için mantar tozuna hazırlık işlemine gerek duyulmadan direkt olarak kullanılmıştır. Taze mantar ise, 80 °C'lik suda 90 dak bekletilmiştir. Cips örnekleri ise kahve değirmeninden geçirilerek (Bosch MKM6000, Germany) öğütülmüştür. Örneklerin ekstraksiyonunda solvent olarak su (ön çalışmalar da su, metanol ve etanol solventleri kullanılmış olup en uygun solventin su olduğu kanaatine varılmıştır) kullanılmıştır. Mantar haşlama suyu ve taze mantar örnekleri bir daha seyreltme işlemine tabi olmadan direkt olarak kullanılmıştır. Mantar tozu ve cips örnekleri için ise Thaipong ve ark. (2006)'nın kullandığı yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu bağlamda 1 gr örnek tartılmış ve üzerine 10 ml su eklenmiştir. Daha sonra çalkalamalı su banyosunda 40 °C de 30 dak bekletilmiştir. Süre sonunda ekstraktlar 4000 rpm de 10 dak santrifüj edilmiş ve süpernatant alınmış ve toplam fenolik madde analizi ve DPPH serbest radikali indirgeme aktivite testinde stok çözelti olarak kullanılmıştır. Bulanıklılık olması halinde PTFE'den (Minisart® SRP25 Syringe Filters 175760.45µm; 25mm) geçirilerek süzölmüştür.

3.2.4.2 Toplam fenolik madde tayini

Taze mantar, mantar haşlama suyu, mantar tozu ve mantar cipsi örneklerinden su solventi ile alınan ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarı (TFMM) analizi orijinali Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen metoda dayanan, Li ve ark. (2006) tarafından modifiye edilen metot esas alınarak gerçekleştirilmiştir. TFMM, gallik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Hazırlanan çözeltiler:

1. 0.2 N Folin Ciocalteau reaktifi (FCR, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 + \text{Na}_2\text{WO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$); orijinal 2 N konsantrasyonlu reaktif su ile 10 kat seyreltilerek elde edilmiştir.

2. %7.5 Na_2CO_3 çözeltisi; 7.5 gram Na_2CO_3 su ile 100 ml ye tamamlanmıştır.

3. 200 ppm gallik asit çözeltisi hazırlanmıştır. 1lt suya 200 mg gallik asit ilave edilerek çözelti hazırlanmıştır.

Metodun Uygulanışı:

1. Mantar tozu ve mantar cipsleri için alınan ekstraktlar 765 nm’de absorbans değerleri 0.2-0.8 arasındaki değerler elde edilecek şekilde saf su ile seyreltilmiştir.

2. Seyreltilen 0.4 ml ekstrakt üzerine 0.2 N 2 ml Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiştir.

3. Bu karışım üzerine 1.6 ml %7.5 Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek vortekslenmiştir.

4. 60 dak oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen karışımların maviye dönen renginin absorbansı 765 nm’de ölçülmüştür.

5. Kör çözelti için; 0.4 ml ekstrakt yerine aynı miktarda saf su ilave edilmiş olup, geri kalan işlemler örneklerle aynı olarak hazırlanmıştır.

6. TFMM, gallik asit grafiğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.4.3 Antioksidan aktivite tayini

Taze mantar, mantar haşlama suyu, mantar tozu ve mantar cipsi örneklerinde antioksidan kapasite analizi DPPH ile antiradikal indirgeme aktivitesine göre belirlenmiştir.

3.2.4.3.1 DPPH serbest radikali indirgeme aktivite testi

Taze mantar, mantar haşlama suyu, mantar tozu ve mantar cipsi örneklerinden su solventi ile alınan ekstraktların antioksidan kapasitelerinin bir ifadesi olan DPPH radikalini indirgeme aktivitesi (antiradikal aktivite, %ARA) Singh ve ark. (2002) metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

Metodun uygulanışı:

1. 0.00625 g DPPH radikali 250 ml'ye metanol ile çözündürülerek tamamlanmıştır.
2. Kör çözelti olarak saf metanol, kontrol çözeltisi olarak 0.1 ml ekstrakt yerine 0.1 ml su eklenmiştir.
3. Her bir örnek için; 3.9 ml DPPH alınıp üzerine ekstraktlardan 0.1 ml ilave edilerek vortekslenmiştir.
4. Hazırlanan örnekler 30 dak. karanlık ortamda bekletildikten sonra 515 nm dalga boyunda okunmuştur.
5. Ekstraktların antioksidan kapasitesinin bir ölçüsü olan %ARA değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.
6. Hesaplanan yüzdeler kullanılarak ortamdaki DPPH serbest radikalinin %50' sini süpüren konsantrasyon EC₅₀ değeri olarak verilmiştir (EC₅₀ değeri hesaplanırken Microsoft Exel' de çizilen lineer regresyon eğrisi kullanılmıştır.)

$$y = \left(\frac{x_0 - x_1}{x_0} \right) \times 100$$

(x_0 = Kontrol Absorbans, x_1 = Numune Absorbans)

Hazırlanan DPPH çözeltisi 515 nm'de maksimum absorbans değeri veren koyu mor bir renk oluşturmaktadır. Bu DPPH çözeltisi antioksidan madde veya maddeler içeren bir solüsyona katıldığında bu koyu mor renk zamanla rengini kaybetmeye başlar. Bu da antioksidan maddelerin DPPH radikalini söndürdüğünün kanıtıdır. Bu işlemi de ya ondan hidrojen atomu kopararak ya da ona elektron vererek gerçekleştirir. Bu da 517 nm'de absorbans değerinin azalmasına yol açar. Absorbans değerindeki en hızlı azalma, en iyi antioksidan potansiyelinin göstergesidir.

3.2.5. Yanıt yüzey yöntemine göre deneme tasarımının oluşturulması

Mantar tozu üretiminde; kurutma sıcaklığı (°C) ve süresi (dak) faktör olarak seçilerek oluşturulmuş olan deneme tasarımına göre mantar tozu üretimi gerçekleştirilmiştir. Mantar tozu katkılı cips örneklerinde ise, kızartılmış cips için; kızartma sıcaklığı, kızartma süresi ve formülasyonda kullanılan mantar tozu oranı, fırınlanmış cips için; fırın sıcaklığı, süresi ve formülasyonda kullanılan mantar tozu oranı; mikrodalgalanmış cips için; mikrodalga gücü (watt), süresi ve formülasyonda kullanılan mantar tozu oranı faktör olarak seçilerek deneme tasarımı oluşturulmuştur.

Mantar tozu için kurutma sıcaklığı ve süresi bağımsız değişken, cips örnekleri için ise uygulama gücü, süresi ve mantar tozu oranı bağımsız değişken olarak belirlenmiş ve bunların bağımlı değişkenler üzerine etkileri araştırılmıştır.

Mantar tozu için 5 seviye, 2 faktör Central Composite Dizayn kullanılarak deneme kurulmuştur. Kızartılmış, fırınlanmış ve Mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsleri için, 5 seviye 3 faktör Central Composite Dizayn ile deneme kurulmuştur.

Deneme tasarımından elde edilen verilerden bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyebilmek için çoklu lineer regresyon analizi sonucu 1. dereceden ve 2. dereceden 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. Bir modelin sisteminin gerçek yanıtına uygun bir yaklaşım olup olmadığı “Lack of fit”(model uyumsuzluğu)’den kaynaklanan hatanın önemsiz ve regresyondan kaynaklanan varyasyonun %95 güvenlik seviyesinde önemli olması koşuluyla karar verilmiştir. Ayrıca modelin uygunluğu regresyon katsayısı (R^2), düzeltilmiş regresyon katsayısı (Adj- R^2), tahminlenmiş kalıntı hatalar karaler toplamı (PRESS) ve tahminlenmiş çoklu belirleme katsayısı (Pre- R^2) kullanılarak test edilmiştir.

Faktörler için kodlanmış noktalardan;

-1: Faktörün alt seviyesini

0: Faktörün merkez noktasını

1:Faktörün üst seviyesini

göstermektedir.

Mantar tozu için deneme tasarımında faktörlerin kodlanmış ve gerçek değerleri Çizelge 3.1. de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Mantar tozu için faktörlerin kodlanmış ve 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 (dak.)	215.15	240	300	360	384.85

Kızartılmış mantar cipsi, fırınlanmış mantar cipsi ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi için deneme tasarımında faktörlerin kodlanmış ve gerçek değerleri sırasıyla Çizelge 3.2., 3.3.ve 3.4. de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kızartılmış mantar cipsi için faktörlerin kodlanmış ve gerçek seviyeleri

Bağımsız değişken	Kodlanmış Seviyeler				
	En Düşük (-1.682)	Düşük (-1)	Merkez (0)	Yüksek (1)	(En Yüksek) (1.682)
Sıcaklık (°C)	139.77	150	165	180	190.23
Süre (sn)	5.68	50	115	180	224.32
Mantar Tozu Oranı (%)	13.18	20	30	40	46.82

Çizelge 3.3. Fırınlanmış mantar cipsi için faktörlerin kodlanmış ve gerçek seviyeleri

Bağımsız değişken	Kodlanmış Seviyeler				
	En Düşük (-1.682)	Düşük (-1)	Merkez (0)	Yüksek (1)	(En Yüksek) (1.682)
Sıcaklık (°C)	139.77	150	165	180	190.23
Süre (sn)	199.09	240	300	360	400.91
Mantar Tozu Oranı (%)	13.18	20	30	40	46.82

Çizelge 3.4. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi için faktörlerin kodlanmış ve gerçek seviyeleri

Bağımsız değişken	Kodlanmış Seviyeler				
	En Düşük (-1.682)	Düşük (-1)	Merkez (0)	Yüksek (1)	(En Yüksek) (1.682)
Güç (Watt)	497.73	600	750	900	1002.27
Süre (sn)	49.32	80	125	170	200.68
Mantar Tozu Oranı (%)	13.18	20	30	40	46.82

Mantar tozu için deneme tasarımında faktörlerin kodlanmış ve gerçek değerlerinden oluşan toplam 13 deneme tasarımı Çizelge 3.5. de verilmiştir.

Kızzartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş istiridye mantarı cipsi için deneme tasarımında faktörlerin kodlanmış ve gerçek değerlerinden oluşan toplam 20 deneme dizaynı sırasıyla Çizelge 3.6., 3.7. ve 3.8. de verilmiştir.

Denemeler sistematik hataları minimize etmek için gelişmiş güzel sıralama ile gerçekleştirilmiştir.

3.5. Mantar tozu için 2 faktör-5 seviye Central Composite Dizayn^a

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 (- α)	300 (0)
6	12	74.14 (+ α)	300 (0)
7	6	60 (0)	215.15 (- α)
8	2	60 (0)	384.85 (+ α)
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)

^afaktörlerin kodlanmış seviyeleri parantez içerisinde gösterilmiştir

Not: 5. ve 6. deneme noktalarındaki kurutma sıcaklıkları teknik olarak uygulanamayacağından, 5. deneme noktasındaki kurutma sıcaklığı olan 45.86 °C 46 °C olarak; 6. deneme noktasındaki 74.14' de 74 °C olarak işlem yapılmıştır.

Çizelge 3.6. Kızartılmış istiridye mantarı cips için 3 faktör-5 seviye Central Composite Dizayn^b

Deneme No	Deneme Sırası	Kızartma Sıcaklığı (°C)	Kızartma Süresi (Saniye)	Mantar Oranı (%)
1	18	150 (-1)	50 (-1)	20 (-1)
2	15	180 (1)	50 (-1)	20 (-1)
3	16	150 (-1)	180 (1)	20 (-1)
4	19	180 (1)	180 (1)	20 (-1)
5	20	150 (-1)	50 (-1)	40 (1)
6	12	180 (1)	50 (-1)	40 (1)
7	3	150 (-1)	180 (1)	40 (1)
8	11	180 (1)	180 (1)	40 (1)
9	8	139.77 (- α)	115 (0)	30 (0)
10	13	190.23 (+ α)	115 (0)	30 (0)
11	6	165 (0)	5.68 (- α)	30 (0)
12	17	165 (0)	224.32 (+ α)	30 (0)
13	7	165 (0)	115 (0)	13.18 (- α)
14	9	165 (0)	115 (0)	46.82 (+ α)
15	10	165 (0)	115 (0)	30 (0)
16	2	165 (0)	115 (0)	30 (0)
17	1	165 (0)	115 (0)	30 (0)
18	5	165 (0)	115 (0)	30 (0)
19	4	165 (0)	115 (0)	30 (0)
20	14	165 (0)	115 (0)	30 (0)

^bFaktörlerin kodlanmış seviyeleri parantez içerisinde gösterilmiştir

Not: 9. ve 10. deneme noktalarındaki kızartma sıcaklıkları ve 11. ve 12. deneme noktalarındaki kızartma süreleri teknik olarak uygulanamayacağından, 9. deneme noktasındaki kızartma sıcaklığı olan 139.77 °C, 140 °C olarak; 10. deneme noktasındaki 190.23 °C'de 190 °C olarak, 11. deneme noktasındaki 5.68 sn olan kızartma süresi 6 sn, 12. deneme noktasındaki 224.32 sn olan kızartma süresi 224 sn olarak işlem yapılmıştır.

Çizelge 3.7. Fırınlanmış istiridye mantarı cips için 3 faktör-5 seviye Central Composite Dizayn^c

Deneme No	Deneme Sırası	Piştirme Sıcaklığı (°C)	Piştirme Süresi (Saniye)	Mantar Oranı (%)
1	3	150 (-1)	240	20 (-1)
2	20	180 (1)	240	20 (-1)
3	8	150 (-1)	360	20 (-1)
4	16	180 (1)	360	20 (-1)
5	12	150 (-1)	240	40 (1)
6	7	180 (1)	240	40 (1)
7	4	150 (-1)	360	40 (1)
8	9	180 (1)	360	40 (1)
9	12	139.77 (- α)	300	30 (0)
10	13	190.23 (+ α)	300	30 (0)
11	17	165 (0)	199.09 (- α)	30 (0)
12	6	165 (0)	400.91 (+ α)	30 (0)
13	11	165 (0)	300	13.18 (- α)
14	19	165 (0)	300	46.82 (+ α)
15	15	165 (0)	300	30 (0)
16	14	165 (0)	300	30 (0)
17	10	165 (0)	300	30 (0)
18	18	165 (0)	300	30 (0)
19	1	165 (0)	300	30 (0)
20	5	165 (0)	300	30 (0)

^cFaktörlerin kodlanmış seviyeleri parantez içerisinde gösterilmiştir

Not: 9. ve 10. deneme noktalarındaki fırın sıcaklıkları ve 11 ve 12. deneme noktalarındaki süreler teknik olarak uygulanamayacağından, 9. deneme noktasındaki sıcaklık 140 °C, 10. deneme noktasındaki sıcaklık 190 °C, 11. deneme noktasındaki 199.09 sn olan süre 199 sn ve 12. deneme noktasındaki 400.91 olan süre 401 sn olarak işlem yapılmıştır.

Çizelge 3.8. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş istiridye mantarı cips için 3 faktör-5 seviye Central Composite Dizayn^d

Deneme No	Deneme Sırası	Piştirme Gücü (watt)	Piştirme Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)
1	4	600(-1)	80	20 (-1)
2	20	900 (1)	80	20 (-1)
3	13	600 (-1)	170	20 (-1)
4	15	900 (1)	170	20 (-1)
5	3	600 (-1)	80	40 (1)
6	14	900 (1)	80	40 (1)
7	10	600(-1)	170	40 (1)
8	18	900(1)	170	40 (1)
9	6	497.73 (- α)	125	30 (0)
10	12	1002.27 (+ α)	125	30 (0)
11	5	750(0)	49.32 (- α)	30 (0)
12	16	750 (0)	200.68 (+ α)	30 (0)
13	7	750 (0)	125	13.18 (- α)
14	11	750(0)	125	46.82 (+ α)
15	9	750 (0)	125	30 (0)
16	1	750 (0)	125	30 (0)
17	19	750(0)	125	30 (0)
18	17	750 (0)	125	30 (0)
19	8	750 (0)	125	30 (0)
20	2	750(0)	125	30 (0)

^dFaktörlerin kodlanmış seviyeleri parantez içerisinde gösterilmiştir

Not: 9. ve 10. deneme noktalarındaki piştirme gücü, 11. ve 12 deneme noktasındaki piştirme süresi teknik olarak uygulanamayacağından, 9. ve 10. deneme noktalarındaki piştirme gücü sırasıyla 497 ve 1002 watt, 11. ve 12. deneme noktalarındaki piştirme süreleri sırası ile 49 ve 201 sn olarak işlem yapılmıştır.

3.2.6. Mantar cipslerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi

Cipslerin tekstürel özellikleri tekstür analiz cihazı (TA.XT Plus, Stable Micro System Ltd., İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Cips örneklerinin sertlik değerlerinin belirlenmesinde kramer kesme probu (HDP/KS-5) kullanılmıştır. Ölçümler 30 kg'lık yük hücresi kullanılarak yapılmıştır. Her biri yaklaşık 4 g ağırlığında olan 2 adet cips parçası Kramer kesme probunun alt tarafında yerleştirilmiş ve yerleştirme işlemi cips örneklerinin maksimum sayıda prob bıçağıyla temas edebilmesi için bıçaklara dikey konumda olacak şekilde ayarlanmıştır. Prob 5 cm/dak hızında örnekler üzerine indirilerek kırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örneği kırmak için gerekli olan maksimum kuvvet zaman deformasyon küresinden elde edilmiştir. Ölçümler 5 paralelli olacak şekilde yapılmıştır (Bozkurt ve Bayram, 2006).

3.2.7. Duyusal analiz

Cips örneklerinin duyusal analizleri Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksek Okulu öğrenci ve öğretim elemanlarından oluşturulan 10 kişilik bir panel grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Rastgele servis edilen cips örnekleri tat/koku, renk ve gevreklik açısından duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Panelistlere örnekleri renk, tat ve gevreklik özellikleri açısından 7 ölçekli hedonik tip skala ile değerlendirmeleri istenmiştir. Daha sonra 3 özelliğe ait puanın aritmetik ortalaması alınarak paket program için gerekli olan genel kabul edilebilirlik puanı hesaplanmıştır.

Bu skalada 7 puan renk için; altın sarısı rengi, gevreklik için; kırırlık ve tat/koku içinde çok iyi olarak ifade edilmiştir. 1 puan ise renk için, çok açık /çok koyu rengi, gevreklik için; çok sert/çok yumuşak ve tat/koku içinde çok kötü olarak ifade edilmiştir. Çizelge 3.9. duyusal değerlendirmede kullanılan panel formunu göstermektedir. Çeşitli gıdaların duyusal değerlendirmesinde tecrübe sahibi olan panelistler örnekleri değerlendirmeye başlamadan önce ön eğitime alınarak belirtilen duyusal özellikleri temsil edecek örnekler tattırılmış ve asıl örneklerin değerlendirilmesinde referans olarak kullanılması istenmiştir. Panelistlerin örnekler arasında su içerek ağızlarını temizlemeleri istenmiştir (Yetim, 2001).

Çizelge 3.9. Duyusal Değerlendirmede Kullanılan Anket formu Örneği

DUYUSAL PANEL FORMU- İSTİRİDYE MANTARI CİPS						
Panelistin			Tarih: .../.../2015			
Adı-Soyadı:			Numune Kodu:			
Özellikler						
Renk						
Arzu edilir Renk			Arzu edilmeyen Çok açık/çok koyu			
7	6	5	4	3	2	1
Gevreklilik						
Arzu Edilir Gevreklik		Hafif Sert/Yumuşak		Sert/yumuşak		Arzu edilmeyen Gevreklik
Kıtır						Çok Sert/Yumuşak
7	6	5	4	3	2	1
Tat/Koku						
Çok İyi		İyi		Orta		Kötü
7	6	5	4	3	2	1

3.2.8. Depolama stabilitesi tayini

RSM (Yanıt yüzey yöntemi) ile yapılan optimizasyon sonucuna göre uygun formülasyonda üretilmiş olan kızartma, fırın ve mikrodalga yöntemiyle pişirilmiş cips örnekleri ve mantar tozu 180 gün (6 ay) süreyle depolamaya tabi tutulmuştur. Depolama öncesinde örnekler modifiye atmosfer ambalajlama sistemi kullanılarak paketlenmiştir. Örnekler 20*15 cm boyutunda PVDC kaplı selofan film paketler içerisinde 1 L/dak hızda azot gazı basılarak kapatılıp depolanmıştır. Örnekler depolama süresince ortalama 25 °C'de muhafaza edilmiştir. 0. gün analizleri paketlenmeden, 15, 30, 60 ve 90, 120, 150 ve 180. gün analizleri ise paketlenildikten sonra 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.9. İstatistiksel analiz ve optimizasyon

Ürünlerin optimizasyonu Design Expert yazılımının numerik optimizasyon yöntemine göre yapılmıştır (Myers ve Montgomery, 2002). Bu yöntem arzu edilebilirlik fonksiyonu esasına dayanmaktadır. Arzu edilebilirlik fonksiyonu 0 ile 1 arasında değerler alan amaç fonksiyonu olup, optimizasyonda göz önüne alınan her bir tepki için hesaplanmaktadır. Söz konusu cevabın çekiçliliği arttığında (arzu edilen değere yaklaştığında) sayısal değer olarak 1'e yaklaşmaktadır.

Deneme tasarımlarından elde edilen verilerin regresyon ve varyans analizleri ile optimizasyon işlemi Design Expert (Versiyon:7.0, StatEase, ABD) paket programının mantar tozu, kızartılmış istiridye mantarı cipsi, fırınlanmış istiridye mantarı cipsi ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş istiridye mantarı cipsi için Central Composite Dizayn modeli esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

Uygun optimizasyon sonucu üretilen ürünlerin depolanmasına bağlı olarak elde edilen verilerin değerlendirilmesi, temel istatistik analizler ve örnek ortalamaları arası karşılaştırmalar SPSS 22.0 istatistik paket programı ile yapılmıştır. Elde edilen verilerde sonuçlar üzerine faktörlerin etkisi varyans analizi ile tespit edilmiş ve duncan çoklu karşılaştırma testi ile grup ortalamaları karşılaştırılmıştır. Ayrıca örneklerin sahip olduğu çeşitli özellikler arasında korelasyonlar belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları ve Tartışma

İstiridye mantarının kurutulmasında hammadde olarak kullanılan taze mantarın kimyasal, fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinden toplam kurumadde, kül, pH, protein, renk (L*, a*, b*), toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite analizleri ve bu özelliklere ilişkin bulgular Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2. de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İstiridye mantarına ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları

Kurumadde** (%)	Protein** (%)	Kül** (%)	pH	L*	a*	b*
10.45±0.95	3.9±0.1	0.6±0.62	5.95±0.35	69.2±0.91	4.92±0.02	14.74±0.15

**Yaş ağırlık üzerinden hesaplanmıştır

Çizelge 4.2. İstiridye mantarına ait bazı biyokimyasal analiz sonuçları

TFMM* mg GAE / 100g yaş ağırlık	EC ₅₀ ** g yaş ağırlık / g DPPH
80±0.05	115.80±0.65

*Toplam fenolik madde miktarı

**Antioksidan kapasite analizi (antiradikal aktivite, %ARA)

Çalışma kapsamında hasat günü farklı zamanlarda yapılan 20 mantar örneği üzerinde çalışılmıştır. Yapılan analizler ve değerlendirmeler neticesinde taze mantarın bazı fizikokimyasal özelliklerinden toplam kurumadde miktarı %10.45±0.95, protein miktarı %3.9±0.1, kül miktarı %0.6±0.62, pH 5.95±0.35, L* (parlaklık) 69.2±0.91, a* (kırmızılık) 0.21±0.02 ve b* (sarılık) 14.74±0.15 olarak tespit edilmiştir. Taze mantarın biyokimyasal özelliklerinden TFMM 80±0.05 mgGAE/100g yaş ağırlık, EC₅₀ değeri ise 115.80±0.65 g yaş ağırlık / g DPPH olarak bulunmuştur.

Kırbağ ve Korkmaz (2014)'ın *P. ostreatus*'un besinsel değerinin belirlendiği çalışmada, %86.6-89.8 kurumadde, %10.2-13.4 nem ve kurumadde üzerinden %26.3-36.4 ham protein, %4.9-5.7 ham kül verileri tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular literatür bilgileriyle karşılaştırıldıklarında kurumadde miktarı açısından bazı farklılıklar gözlemlense de genel olarak uyumlu bulunmuştur. Zira Koçyiğit ve Günay (1984) yaptıkları bir çalışmada mantarlarda kurumadde miktarını % 8.38-14.75 olarak belirlemişlerdir.

Mantarların sahip olduğu kimyasal, fiziksel ve biyokimyasal özellikler o mantarın yetiştirildiği kompost formülasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Çalışmamızdaki kompost formülasyonunda %95 buğday samanı ve %5 alçı- sönmüş kireç karışımı kullanılmıştır. Farklı kompost ortamlarında yapılan mantar üretimlerinden elde edilen örneklerde yapılan kurumadde miktarları istatistiksel açıdan %5 hata seviyesinde önemli bulunmuştur (Kurt, 2008)

Genellikle; kuru mantar örnekleri yaklaşık %90 kurumadde, %10 nem veya taze örnekler %90 su ve %10 oranında kurumadde içermektedir (Crisand ve Sand, 1978; Ragunathan ve Swaminathan, 2003; Akyüz ve Kırbağ, 2010, Ranzani ve Sturion, 1998; Morais ve ark., 2000; Bano ve ark., 1981; Yang ve ark., 2001; Oyetayo ve Akindahunsi, 2004; Çağlarırnak, 2007). Çalışma sonucunda elde edilen kurumadde miktarı (10.45 ± 0.95) çeşitli araştırmacıları destekler niteliktedir.

P. ostreatus mantarının kurumadde de protein miktarı, mango, hurma artıkları ile çeltik sapının farklı oranlardaki karışımı üzerinde %27.44 ile %20.83 arasında (Jwanny ve ark., 1995), kabak ve mısır sapsarı üzerinde ise %30.31- %31.37 arasında (Ancona Mendez ve ark., 2005) olduğu saptanmıştır. Yıldız ve ark. (1997), sorgum sapı, yarfıstığı sapı, soya sapı ve buğday sapı üzerinde yetiştirilen *P. ostreatus* mantarının protein miktarını %23.5- %34.6 arasında olduğunu, Mattila ve ark. (2002) ise 1.97 g/100g (yaş ağırlık) olarak belirlemişlerdir.

Küçükomuzlu ve Pekşen (2005), *P.ostreatus*'un kurumadde de protein miktarını ortalama %18.86, Bonatti ve ark. (2004), muz ve çeltik sapı üzerinde yetiştirilen *P. ostreatus* 'un protein miktarını sırasıyla, %16.9 ve %13.1, Wang ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada *P. ostreatus*'un yetiştiriciliğinde kullandıkları ortama eklenen buğday kepeğinde (%53.3), mısır ve çeltik kepeğine (%41.5-44.1) göre daha yüksek protein miktarına sahip mantarlar elde edildiğini ve bunun sonucu mantarın protein içeriğine ortamdaki azot kaynağının ve miktarının önemli etkisi olabileceğini açıklamışlardır.

Kurt (2008) tarafından yapılan çalışmada protein miktarları incelendiğinde, ortamlar arasındaki protein miktarı istatistiksel olarak %5 hata seviyesinde önemli bulunmuştur.

İsitiridye mantarının kül içeriklerinin belirlendiği literatür çalışmalarında kül miktarlarının örnek alma dönemi ve kompost formülasyonuna göre değiştiği görülmüştür. Ortamların örnek alma dönemlerine göre kül miktarları incelendiğinde, en yüksek kül miktarı hasat sonunda, en düşük miktar ise sterilizasyon dönemi sonunda elde edilmiştir (Kurt, 2008).

Adamović ve ark. (1998), buğday sapı üzerine *Pleurotus ostreatus* mantarının inokülasyonundan sonra zamana bağlı olarak, ortamdaki ham protein ve kül miktarının arttığını belirlemişlerdir. Kompost üretiminde muz kabukları ve pirinç kavuzunun kullanıldığı çalışmada kül değerlerini kurumadde üzerinden sırasıyla %5.58 ve %6.13 olarak tespit edilmiştir (Bonatti ve ark., 2004). Silva ve ark. (2002), farklı tarımsal artıklar üzerinde yetiştirdikleri *Pleurotus*'un hasat sonunda ortamlardaki kül miktarının kontrole göre artış gösterdiğini saptamışlardır. Farklı zamanlardaki hasat zamanları arasındaki kül miktarının farklı olmasının nedeninin ortamlar üzerinde mantarın gelişimi ile birlikte organik maddenin parçalanması sonucu kül miktarında görülen artış olduğu düşünülmektedir.

Yapılan literatür çalışmalarında İsitiridye mantarının pH değerinin kompost formülasyonuna göre değiştiği görülmüştür. Sales-Campos ve ark., (2010)'nın

yapmış olduğu çalışmada, kullanılan 4 farklı kompost ortamında göre pH değerlerini 6.48, 6.35, 6.25 ve 6.33 olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar (5.95 ± 0.35) bu değerden daha düşük; Öztürk, 2010'un yaptığı çalışmadan ise daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun farklı kompost formülasyonu ve hasat zamanı farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Taze mantarın renk değerlerinin belirlendiği literatür çalışmasında Öztürk (2010) L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 68.29, 5.42 ve 15.75 olarak tespit etmiştir. Çalışma kapsamında bulunan sonuçlar Öztürk (2010)'ün yapmış olduğu sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Çalışmada hammadde olarak kullanılan istiridye mantarına ait toplam fenolik madde miktarları (yaş ağırlık üzerinden, mg GAE/100g) 80 ± 0.05 olarak, Antioksidan kapasite analizine göre (antiradikal aktivite, %ARA) EC_{50} değeri 115.80 ± 0.65 g yaş ağırlık/g DPPH olarak tespit edilmiştir. Ancak literatür çalışmalarında toplam fenolik madde miktarı ve EC_{50} değeri genel olarak ya g kurumadde üzerinden veya 100 g kurumadde üzerinden hesaplanarak verilmiştir.

Öztürk (2010)'ün çalışmasında istiridye mantarının TFMM 100 g kurumadde üzerinden 343.10 mg GAE, Yang ve ark., (2002) metanolik ekstraksiyonunda ise 15.7mg/g KM olarak bulunmuştur. Elmastaş ve ark. (2007)'nin çalışmasında ise 12.1 ± 0.1 mg GAE/g KM ve 180 μ g/m'lik metanolik ekstraktlarının DPPH radikaller üzerindeki temizleyici (scavenging) aktivitesini %81,3 olarak tespit edilmiştir.

Jayakumar ve ark. (2009)'nin yapmış olduğu in vitro çalışmada istiridye mantarının etanolik ekstraksiyonunda en yüksek radikal süpürme aktivitesi 10 mg/ml konsantrasyonda belirlenmiştir. EC_{50} değerine ise 8 mg/ml konsantrasyonda ulaşılmıştır.

İstiridye mantarının, su ve metanolik ekstraktlarının karşılaştırıldığı DPPH antioksidan metodu kullanılarak yapılan bir çalışmada, suda çözülmüş ekstraktın antioksidan kapasitesi daha yüksek çıkmıştır (Ramirez-Anguiano 2007). Tez

çalışması kapsamında yapılan ön denemelerde ekstraksiyon için su, metanol, etanol ve farklı oranlarda metanol-etanol karışımları kullanılmış ancak en yüksek TFMM ve antioksidan aktivite hidrosol ile ekstraksiyonunda tespit edilmiştir. Ayrıca mantarın günlük taze olarak diyetle alımında veya çalışmamız gereği mantar tozunun farklı ürünlerde kullanımı ve cips üretiminde kullanılmasında kişiye sağlayacağı yararların anlaşılmasında su ekstraksiyonunda belirlenen değerlerin daha uygun olduğu düşünülmektedir. Bu sebepten ötürü çalışma kapsamında yapılan tüm ekstraksiyonlar su ile yapılmıştır.

Sonuç olarak; mantarın yetiştirildiği ortamın formülasyonunun değiştirilmesiyle üretilecek olan mantarın fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin değişebileceği saptanmıştır.

4.2. İstiridye Mantarı Tozu

Literatürde İstiridye mantarının kurutulup toz haline getirilmesinde yanıt yüzey yönteminin kullanılması ile ilgili çalışmaya rastlanmadığı için elde edilen çalışma sonuçları karşılaştırmak mümkün olmamıştır. Bu yüzden farklı ortam şartlarında kurutulan *Pleurotus ostreatus* ile ilgili yapılmış çalışmalar fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikler açısından ele alınmıştır. İstiridye mantarını kurutmadan önce haşlama işlemi yapıldığından öncelikle ön işlemin verilmesi uygun görülmüştür.

4.2.1. Ön işlemler

Mantarları işlemeden haşlama işlemi sırasında bileşimindeki suda çözünebilen maddelerin haşlama suyuna geçtiği düşünüldüğünden, mantarın taze haldeki, kurutulmuş haldeki ve mantar haşlama suyundaki besin bileşenlerinin ayrı ayrı verilmesi uygun görülmüştür.

4.2.1.1. Mantar haşlama suyu

Yapılan ön çalışmalarda haşlama işlemi gerçekleştirilmeden oda şartlarında kurutulan ve etüvde kurutulan mantar örneklerinden istenilen tat, aroma, renk ve bu

mantar tozundan yapılan cipslerde, duyu analizler neticesinde olumlu sonuçlar alınamamıştır. Bu işlemler neticesinde haşlama işlemine mutlaka gereksinim duyulduğu sonucuna varılmış olup, çalışma kapsamında taze mantar 1cm büyüklüğünde doğranmış ve ağırlığının 3 katı su içerisinde 3 dak. süre ile 100 °C’de haşlanmış ve süzümüştür. Haşlama işlemi gerçekleştirilen mantarlar ve suyu işleninceye kadar -18 °C’de muhafaza edilmiştir.

Ancak haşlama işleminin neden olduğu kayıpları görmek için bir miktar mantar haşlanmadan, RSM’de optimum nokta olarak belirlenen 53 °C’de 278.89 dak. ve aynı zamanda oda sıcaklığında yine haşlanmadan kurutulmuş mantarın EC₅₀ ve toplam fenolik miktarları tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.-4.4.).

Çizelge 4.3. Haşlama işlemi yapılmadan optimum normda kurutulan *Pleurotus ostreatus*’un bazı özelliklerine ait ortalama değerler

SICAKLIK (°C)	SÜRE (Dakika)	Kuru madde (%)	EC ₅₀ (g örnek /g DPPH)	TFMM (mgGAE/100g)	Protein (%kurumadde)
53	278.89	91.25±0.52	102.10±0.95	195.85±1.10	30.31±0.75

Çizelge 4.4. Haşlama işlemi yapılmadan oda sıcaklığında kurutulan *Pleurotus ostreatus*’un bazı özelliklerine ait ortalama değerler

SICAKLIK (°C)	Süre (gün)	Kuru madde (%)	EC ₅₀ (g örnek /g DPPH)	TFMM (mgGAE/100g)	Protein (%kurumadde)
25	10	85.52±0.64	98±0.177	218.25±0.95	32.33±0.24

Haşlama işlemi yapılmadan kurutulan mantarlarda görülmüştür ki, haşlama işlemi EC₅₀ değerini arttırmakta yani antioksidan aktiviteyi azaltmakta, TFMM ve protein miktarını ise azaltmaktadır. Aynı zamanda kurutma sıcaklığının artması antioksidan kapasiteyi ve TFMM azaltmaktadır. Elde edilen sonuçlar neticesinde haşlanmadan kurutulan mantarlarda, haşlanarak aynı sıcaklıkta kurutulan mantarlara göre antioksidan kapasitesi ve TFMM daha yüksek çıkmıştır. Ancak duyu analizler neticesinde haşlanan mantarlardan elde edilen hem mantar tozunun hem de bu tozdan yapılan cipslerin renk ve tadının daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca haşlanmamış mantar tozundan yapılan cipsler duyu değerlendirme

sonucunda geçerli puan alamamış olup, fonksiyonel özelliklerindeki kayıplara rağmen haşlama işlemi kaçınılmaz olmuştur. Meydana gelen besinsel kayıpların haşlama suyunda var olabileceği düşüncesinden yola çıkarak haşlama suyunda çeşitli analizler yapılmıştır. İstiridye mantarı haşlama suyuna ait analiz sonuçları Çizelge 4.5. de verilmiştir.

Çizelge 4.5. *Pleurotus ostreatus*'un haşlama suyuna ait bazı analiz sonuçları

SICAKLIK (°C)	SÜRE (Dakika)	EC ₅₀ (g örnek /g DPPH)	TFMM (mgGAE/100g)
100	3	91.00±0.5	163.56±0.75

Taze mantar üzerinde yapılan çalışmada EC₅₀ değeri 80.00±0.05 g örnek /g DPPH, TFMM 115.80±0.65 mgGAE/100g olarak tespit edilmiştir. Taze mantarın ekstraksiyon işlemi ise 80°C'de 90 dak su banyosunda tutularak gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.5. incelendiğinde haşlama suyunun ise EC₅₀ değeri 91.00±0.5 g örnek /g DPPH, TFMM 163.56±0.75 mgGAE/100g olarak tespit edilmiştir. Bu değerler son derece yüksektir. Örneklerin 100 °C'de 3 dak bekletilmesi aslında bir çeşit ekstraksiyondur. Sonuçlar karşılaştırıldığında taze mantar ile haşlama suyu arasındaki tek fark ekstraksiyonda başvurulan işlem normlarıdır ve haşlama suyu normunda yapılan ekstraksiyonda EC₅₀ değeri daha düşük, TFMM ise daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Haşlama işlemi sırasında, mantarın bileşimindeki suda çözünebilen bir takım besin maddelerinde kayıplar olabilmektedir (Coşkuner, 1997). Pruthi ve ark. (1984) iki kültür mantarı çeşidine uygulanan haşlama işleminin mantarın protein içeriğinin su içinde haşlama işlemiyle %37'den %27'ye, buharla haşlama işleminde ise %37'den %34.3'e düştüğünü tespit etmişlerdir. Haşlama işlemiyle antioksidan aktivitenin ve TFMM azalmasının nedeni ise fenolik bileşiklerin suda çözünen antioksidanların en önemli grubunu oluşturmasıdır. Fenolik bileşiklerin ise sağlık üzerinde olumlu etkiye sahip olan antioksidan bileşikler olduğu bilinmektedir (Meral ve Doğan, 2006).

Başta ısıtma işlemleri olmak üzere su içinde yapılan işlemlerde, ürünün bileşim unsurlarının bir kısmı sıvıya geçmekte olup bu bileşenlerin suda çözünür protein, karbonhidrat, vitamin ve mineral maddeler olduğu bilinmektedir (Fang ve ark., 1971; Rizley ve Sistrunk, 1970).

Yapılan bir araştırmada istiridye mantarları, 40, 50, 60, 70 ve 80°C sıcaklıklardaki sıcak su ve buharda haşlanarak bir kabin kurutucuda sıcak havayla kurutulmuştur. Kurutma sonucunda kurumadde kaybı; sıcak suyla haşlamada (esas ağırlık üzerinden) %25.46, buhar ile haşlamada ise %3.32 olarak bildirilmiştir (Srivastava ve ark., 2009). Literatür çalışmaları da elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Bu denli zengin içerikli olan mantar haşlama suyu cips üretiminde hamur formülasyonunda kullanılarak değerlendirilmiş son ürün olan mantar cipsleri besleyici değeri açısından daha yüksek hale getirilmiştir.

4.2.2. Fizikokimyasal analizler

Mantar tozu üretiminde paket programın verdiği deneme noktalarındaki örneklere ait bazı fizikokimyasal özelliklere ait sonuçlar Çizelge 4.6. da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Mantar tozu örneklerinin bazı fizikokimyasal analiz sonuçlarına ait ortalama değerler

Deneme Noktası	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Kurutma Süresi (Dak)	Kurumadde (%)	Kül* (%)	Protein* (%)	aw
1	50	240	90.10±1.34 ^d	6,76±0.13 ^a	27.50±1.46 ^a	0.45±0.08 ^a
2	70	240	92.97±1.10 ^{abc}	6,91±0.10 ^a	22.38±1.53 ^{ef}	0.24±0.04 ^{bcd}
3	50	360	90.53±1.22 ^{cd}	6,79±0.14 ^a	23.41±0.20 ^{de}	0.42±0.01 ^{ab}
4	70	360	93.24±0.35 ^{ab}	6,99±0.23 ^a	20.59±0.42 ^f	0.23±0.06 ^{cd}
5	45.86	300	90.00±1.97 ^d	6,75±0.71 ^a	26.15±0.30 ^{abc}	0.41±0.04 ^{abc}
6	74.14	300	93.84±1.13 ^a	7,04±0.44 ^a	18.25±0.96 ^g	0.19±0.06 ^d
7	60	215.15	91.14±0.08 ^{bcd}	6,84±0.42 ^a	26.70±0.57 ^{ab}	0.39±0.21 ^{abc}
8	60	384.85	91.21±0.16 ^{abcd}	6,84±1.09 ^a	23.40±1.53 ^{de}	0.25±0.10 ^{abcd}
9	60	300	91.17±0.24 ^{bcd}	6,84±0.35 ^a	24.33±0.59 ^{bcd}	0.29±0.01 ^{abcd}
10	60	300	91.21±0.30 ^{abcd}	6,84±0.25 ^a	24.23±1.26 ^{cde}	0.28±0.03 ^{abcd}
11	60	300	91.11±1.57 ^{bcd}	6,83±0.48 ^a	24.55±1.07 ^{bcd}	0.25±0.00 ^{bcd}
12	60	300	91.21±0.12 ^{abcd}	6,84±0.74 ^a	25.50±1.30 ^{abcd}	0.27±0.03 ^{abcd}
13	60	300	91.45±0.78 ^{abcd}	6,86±0.56 ^a	25.78±0.55 ^{abcd}	0.29±0.03 ^{abcd}

a-f Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05).

* % Kurumadde üzerinden hesaplanmıştır.

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar örneklerine ait fizikokimyasal özellikler, yine aynı paket programda oluşturulan deneme desenlerine göre ayrı ayrı irdelenmiştir.

4.2.2.1. Kurumadde miktarı

Uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ve kuadratik modele göre yapılan deneme desenine göre elde edilen mantar tozunun kurumadde (%) değeri üzerine etkisini ortaya koyan polinomial modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Gerçek değerler cinsinden;

$$Y=101.36-0.43X_1-0.01X_2-6.95E-005X_1X_2+4.87E-003X_1^2+3.12E-005X_2^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=91.03+1.38X_1+0.099X_2-0.042X_1X_2+0.49X_1^2+0.11X_2^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Mantar tozu üretiminde uygulanan sıcaklık ve sürenin örneklerin kurumadde içeriği (%) üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7. de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin mantar tozu örneklerinin kurumadde (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F- değeri	p-değeri
Model	16,925	5	3,385	45,553	<0.0001 ^a
X ₁ (Sıcaklık)	15,173	1	15,173	204,189	<0.0001 ^a
X ₂ (Süre)	0,078	1	0,078	1,048	0.3399
X ₁ X ₂	0,007	1	0,007	0,093	0.7687
X ₁ ²	1,650	1	1,650	22,208	0.0022 ^b
X ₂ ²	0,088	1	0,088	1,179	0.3135
Kalıntı	0,520	7	0,074		
Uyum eksikliği	0,101	3	0,034	0,321	0.8113
Saf hata	0,419	4	0,105		
Toplam	17,445	12			

^ap<0.001, ^bp<0.01

Çizelge 4.7. den de görülebileceği gibi örneklerin kurumadde içerikleri uygulama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analizler kurutma sıcaklığının ve kurutma sıcaklığının karesinin örneklerin kurumadde içerikleri üzerine etkisinin önemli olduğunu ortaya koymuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.7. deki regresyon modeline ait yüksek determinasyon katsayısı ($R^2 = 0.9702$) bu regresyon modeli ile mantar tozu kurumadde miktarlarının kurutma sıcaklığı ve süresine göre etkili bir biçimde belirlenebileceğini göstermektedir.

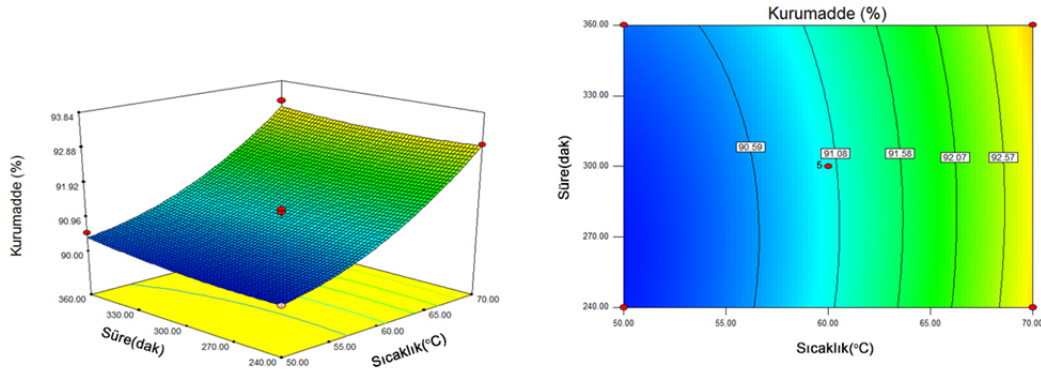
Kurumadde için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayılarının diğer modellerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kuadratik modelin deneysel verileri temsil kabiliyeti ise regresyon katsayısı (R^2) ve düzeltilmiş regresyon katsayısı (adj- R^2) terimleri ile belirlenmiştir. Buna göre R^2 terimi model için oluşturulan regresyon katsayısını ifade etmekte olup regresyon kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması ile bulunur (İkiz ve ark., 2000).

Model seçimi yapılırken en yüksek determinasyon sayısına sahip polinomial denklem model olarak seçilmelidir (Myers ve Montgomery, 1995).

R^2 ve adj- R^2 değerlerinin modelin uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılması ve %90' ın altında olmaması önerilmektedir (Eren, 2004).

İstiridye mantarı tozu için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayısı (R^2) 0.9702 adj- R^2 değeri 0,9489 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisinde. Diğer taraftan adj- R^2 ile pre- R^2 değerleri arasındaki farkın 0,2 değerinden küçük olması Design Expert paket programı tarafından önerilmektedir. İstiridye mantarı kurumadde için oluşturulan kuadratik modelde hesaplanan adj- R^2 ile pre- R^2 değerleri arasındaki farkın 0,2 değerinden küçük olması seçilen modelin uygunluğunu göstermektedir (Çam, 2009).

Yanıt yüzey yöntemi ve kuadratik model için varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7. de verilmiştir. Buna göre kurumadde için oluşturulan kuadratik modelde, sıcaklık, model terimleri ve işlem parametrelerinin interaksiyonel etkileri istatistiksel olarak önemli ($p<0.001$, $p<0.01$) bulunmuştur.



Şekil 4.1. Mantar tozu kurumadde miktarlarının üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin kurumadde (%) değerleri Çizelge 4.6. da gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere kurumadde değerleri %90 ile %93.84 aralığında değişim göstermiş ve en düşük kurumadde değeri, 46 °C’de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde gözlenirken en yüksek kurumadde ise 74 °C’de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde tespit edilmiştir. Sıcaklık artışına bağlı olarak kurumadde miktarının arttığı üç boyutlu ve dış hatlı gösterimlerden de anlaşılmaktadır (Şekil 4.1.)

4.2.2.2. Kül miktarı

İstiridye mantarı kurutulmasında yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme dizaynı ve kuadratik model faktörlerin gerçek değerleri cinsinden;

$$Y = 7.39 - 0.03X_1 - 4.89E-004X_2 - 2E-005X_1X_2 + 2.52E-004X_1^2 - 7.68E-007X_2^2$$

eşitliği ile,

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$Y = 6.84 + 0.096X_1 + 0.015X_2 + 0.012X_1X_2 + 0.025X_1^2 - 2.77E-003X_2^2$
eşitliği ile ifade edilmektedir.

Mantar tozu üretiminde uygulanan sıcaklık ve sürenin örneklerin kül miktarı (%) üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8. de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin mantar tozu örneklerinin kül miktarı (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F- değeri	p-değeri
Model	0.080	5	0.016	54.30	<0.0001 ^a
X ₁ (Sıcaklık)	0.073	1	0.073	247.71	<0.0001 ^a
X ₂ (Süre)	1.79E-003	1	1.80E-003	6.07	0.0432 ^c
X ₁ X ₂	5.76E-004	1	5.76E-004	1.95	0.2056
X ₁ ²	4.40E-003	1	4.40E-003	14.89	0.0062 ^b
X ₂ ²	5.32E-005	1	5.32E-005	0.18	0.6843
Kalıntı	2.07E-003	7	2.96E-004		
Uyum eksikliği	1.69E-003	3	5.64E-004	5.97	0.0685
Saf hata	3.78E-004	4	9.45E-005		
Toplam	0.082	12			

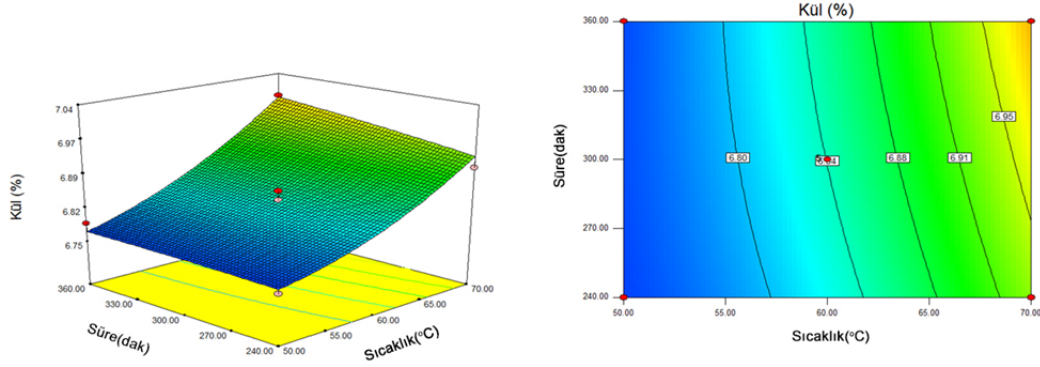
^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05

Örneklerin kül içerikleri uygulama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analizler neticesinde kurutma sıcaklığı ve modelin etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.001). Ayrıca kurutma süresi de %95 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) bulunmuştur. Yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme deseni modelinin uyum eksikliği ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Yanıt yüzey yöntemindeki kül miktarı analiz sonuçlarına göre, regresyon modeline ait determinasyon katsayısı R²=0.9749 ve adj-R² değeri 0,9569 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Determinasyon katsayısının yüksek olması ve adj-R² değeri ile arasındaki farkın 0.2'den küçük olması (0.018) bu regresyon modelinin istiridye mantarının kurutulmasında kül miktarının belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin kül (%) değerleri %6,75 ila %7,04 aralığında değişim göstermiş ve en yüksek kül miktarı 74

°C’de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde elde edilmiştir. En düşük kül miktarı ise 46 °C’de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde elde edilmiştir. Bu durum üzerine kurutma sıcaklık ve süresine bağlı olarak örneklerin kurumadde miktarlarında meydana gelen oransal değişimin etkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Mantar tozu kül miktarlarının üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi

Şekil 4.2.den de anlaşıldığı üzere kurutma sıcaklığı ve süresinin artmasıyla örneklerin kül içeriklerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Bonatti ve ark. (2004), muz ve çeltik sapı üzerinde yetiştirilen *Pleurotus ostreatus* mantarlarının bazı besin özelliklerini değerlendirmişler ve çeltik sapı üzerindeki kül miktarı muz sapına göre daha yüksek saptanmıştır. çeltik sapı üzerindeki lif içeriği %9.60 muz sapında ise %7.60 olarak belirlenmiştir. Bu durum bize mantar yetiştirme ortamının değişmesinin mantarın besinsel kompozisyonun değişebileceğini göstermektedir.

4.2.2.3. Protein miktarı

Mantar tozunun kurutulmasında uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre elde edilen mantar tozunun protein (%) değeri üzerine etkisini ortaya koyan polinomial modele ait eşitlik gerçek değerler açısından aşağıdaki şekildedir;

$$Y=14.63+1.13X_1-0.09X_2+9.58E-004X_1X_2-0.01X_1^2-1.31E-005X_2^2$$

Polinomiyal modele ait eşitlik kodlanmış değerler açısından ise aşağıdaki verilmiştir;

$$Y=24.88-2.39X_1-1.32X_2+0.57X_1X_2-1.38X_1^2+0.047 X_2^2$$

Regresyon modeline ait determinasyon katsayısı ($R^2= 0.9543$) ve adj- R^2 değeri (0,9569) değerleri bu modelin, mantar tozunun kurutulmasındaki % protein değerlerinin, deneme desenindeki uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresine göre etkili bir biçimde belirlenebileceğini göstermektedir.

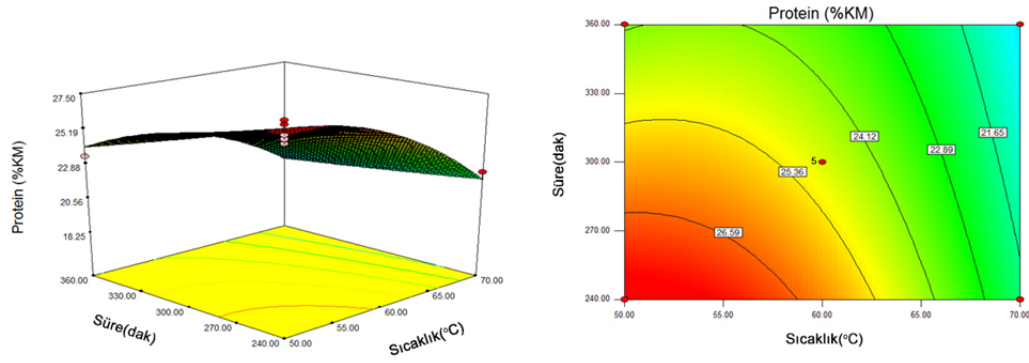
Çizelge 4.9. Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin mantar tozu örneklerinin protein (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F- değeri	p-değeri
Model	74.46	5	14.89	29.23	0.0002 ^a
X ₁ (Sıcaklık)	45.66	1	45.86	89.62	<0.0001 ^a
X ₂ (Süre)	13.90	1	13.90	27.29	0.0012 ^b
X ₁ X ₂	1.32	1	1.32	2.60	0.1512
X ₁ ²	13.20	1	13.20	25.92	0.0014 ^b
X ₂ ²	0.016	1	0.016	0.030	0.8663
Kalıntı	3.57	7	0.51		
Uyum eksikliği	1.54	3	0.51	1.01	0.4752
Saf hata	2.03	4	0.51		
Toplam	78.02	12			

^ap<0.001, ^bp<0.01

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin protein (%) değerleri %18.25 ile %27.5 aralığında değişim göstermiş ve en yüksek protein miktarı 50 °C'de 240 dak süreyle kurutulan örneklerde elde edilmiştir. En düşük 74 °C'de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde elde edilmiştir.

Üç boyutlu ve dış hatlı grafiksel gösterimlerden de anlaşıldığı üzere (Şekil 4.3.) kurutma sıcaklığı ve süresinin artmasıyla örneklerin protein içeriklerinin azaldığı gözlemlenmiştir (p<0.001 ve p<0.01). Ayrıca yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme deseni modelinin uyum eksikliği ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05, Çizelge 4.9.).



Şekil 4.3. Mantar tozu protein miktarlarının üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi

Yapılan önceki çalışmalarda; *P. ostreatus* türünde protein içeriği Lelley (1972)'e göre kuru ağırlık üzerinden %23.9, Güler ve Ağaoğlu (1995)'na göre %28.13±0.88, Küçükumuzlu ve Pekşen (2005)'e göre %18.86, Jwanny ve ark. (1995)'na göre %20.83-27.44 olarak belirlenmiştir. Farklı ön işlemlerden geçirilip, farklı yöntemlerle kurutulan mantarlardan etüvde yapılan kurutmada ortalama protein değerleri kurumadde üzerinden %25.09, infrared kurutmada %25.12, liyofilizasyon kurutmada ise %25.82 olarak tespit edilmiştir. %1 önem seviyesinde etüv ve infrared kurutma teknolojileri arasında farklılık gözlenmezken liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan örneklerden elde edilen % protein değerlerindeki farklılık önemli kabul edilmiştir (Öztürk, 2010). Çalışmadan elde edilen veriler (%18.25-27.5) literatürle karşılaştırıldığında genel olarak uyumlu olduğu görülmektedir.

4.2.2.4. Su aktivitesi

Uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ve kuadratik modele göre yapılan deneme desenine göre elde edilen mantar tozunun su aktivitesi değeri üzerine etkisini ortaya koyan polinomial modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Gerçek değerler cinsinden;

$$Y=2.471-0.03X_1-5.70E-003X_2+8.33E-006X_1X_2+1.82E-004X_1^2+7.85E-006X_2^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=0.28-0.089X_1-0.030X_2+5.00E-003X_1X_2+0.018X_1^2+0.028X_2^2$$

eşitliği ile ifade edilebilmektedir.

Farklı sıcaklık ve sürelerde kurutulmuş istiridyemantarı tozlarına ilişkin su aktivitesi değerleri Çizelge 4.6. da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin mantar tozu örneklerinin su aktivitesi değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F- değeri	p-değeri
Model	0.077	5	0.015	16.74	0.0009 ^a
X ₁ (Sıcaklık)	0.063	1	0.063	68.31	<0.0001 ^a
X ₂ (Süre)	7.080E-003	1	7.080E-003	7.65	0.0279 ^b
X ₁ X ₂	1.000E-004	1	1.000E-004	0.11	0.7520
X ₁ ²	2.317E-003	1	2.317E-003	2.50	0.1576
X ₂ ²	5.552E-003	1	5.552E-003	6.00	0.0441 ^b
Kalıntı	6.477E-003	7	9.253E-004		
Uyum eksikliği	5.357E-003	3	1.786E-003	6.38	0.0627
Saf hata	1.120E-003	4	2.800E-004		
Toplam	0.038	12			

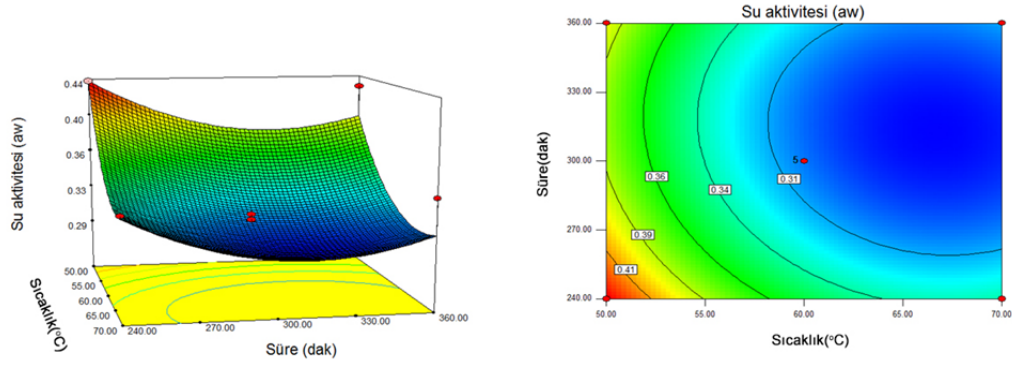
^ap<0.001, ^bp<0.05

Örneklerin su aktivitesi uygulama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişmiştir (Çizelge 4.10.). İstatistiksel analizler neticesinde kurutma sıcaklığı ve yanıt yüzey yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin su aktivitesi miktarını belirlemedeki etkinliği istatistiksel olarak anlamlı (p<0.001), kurutma süresinin ise %95 önem seviyesinde anlamlı olarak tespit edilmiştir (p<0.05). Ayrıca yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme deseni modelinin uyum eksikliği istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Yanıt yüzey yöntemindeki kül miktarı analiz sonuçlarına göre, regresyon modeline ait determinasyon katsayısı R²=0.9228 ve adj-R² değeri 0,8677 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Determinasyon katsayısının yüksek olması ve adj-R² değeri ile arasındaki farkın 0.2'den küçük olması (0.05) bu regresyon modelinin, istiridyemantarının kurutulması sırasında su aktivitesinin belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin su aktivitesi değerleri 0.190 ile 0.450 aralığında değişim göstermiş, ortalama su aktivitesi 0.305 ± 0.080 olarak belirlenmiştir. En yüksek su aktivitesi değeri 50°C 'de 240 dak süreyle kurutulan örneklerde tespit edilirken, en düşük su aktivitesi değeri ise 74°C 'de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde elde edilmiştir.

Üç boyutlu ve dış hatlı grafiksel gösterimlerden de anlaşıldığı üzere (Şekil 4.4) kurutma sıcaklığı ve süresinin artmasıyla örneklerin su aktivitesi azaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4. Mantar tozunun kurutulmasında su aktivitesi miktarlarının üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi

4.2.3. Renk değerleri

Renğin belirlenmesinde subjektif ve objektif ölçüm yöntemlerinden yararlanılabilir. Subjektiflik kişiden kişiye değişebildiğinden objektif metotlara ihtiyaç duyulmaktadır. Objektif yöntemde kullanan sistem; parlaklık, yeşillik-kırmızılık ve mavilik-sarılık eksenlerini ifade eden L^* , a^* ve b^* değerleri ile CIE-Lab sistemidir. CIE-Lab sistemi meyve ve sebzelerin rengi ile depolama ve işleme esnasındaki değişimlerini değerlendirmek için çok yönlü ve güvenilir bir renk ölçüm yöntemi olarak sık sık kullanılmaktadır (Keçebaş, 2007). Örneklerin renk ölçümleri L^* ; siyahtan (0) beyaza (100) kadar örneğin açıklık-koyuluk, a^* ; yeşil-kırmızı, b^* ; sarı-mavi renk değerleri dikkate alınarak ölçülmüştür. Yanıt yüzey yöntemine göre oluşturulan dizayna özgü deneme noktaları çalışılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.11. de verilmiş olup renk değerlerine ait varyans analiz çizelgeleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Çizelge 4.11. İstiridyе mantarı tozu örneklerine ait renk değеrleri

Deneme Noktası	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Kurutma Süresi (Dak)	L*	a*	b*
1	50	240	75,21±0.45 ^b	0,55±0.04 ^{ef}	8,22±0.40 ^{de}
2	70	240	74,11±0.78 ^{bcd}	1,56±0.07 ^b	11,7±1.15 ^{ab}
3	50	360	74,88±1.71 ^{bc}	0,69±0.04 ^c	9,90±0.17 ^c
4	70	360	71,07±0.17 ^c	1,56±0.10 ^b	12,98±0.10 ^a
5	45.86	300	78,49±0.69 ^a	0,48±0.04 ^f	7,68±0.42 ^c
6	74.14	300	71,86±1.39 ^{de}	2,15±0.10 ^a	12,90±0.1 ^a
7	60	215.15	74,36±1.81 ^{bc}	1,08±0.10 ^d	9,14±0.71 ^{cd}
8	60	384.85	71,61±0.62 ^c	1,32±0.10 ^c	11,73±0.68 ^{ab}
9	60	300	73,46±0.13 ^{bcd}	1,21±0.13 ^{cd}	10,47±0.82 ^{bc}
10	60	300	72,61±0.55 ^{cde}	1,12±0.03 ^{cd}	9,23±1.12 ^{cd}
11	60	300	72,61±0.57 ^{cde}	1,12±0.07 ^{cd}	9,33±0.16 ^{cd}
12	60	300	72,61±1.19 ^{cde}	1,31±0.04 ^c	9,24±0.40 ^{cd}
13	60	300	73,05±0.86 ^{bcd}	1,16±0.16 ^{cd}	9,24±0.17 ^{cd}

a-f Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.2.3.1. L* değeri

Mantar tozunun kurutulmasında uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre elde edilen mantar tozu örneklerinin L* (parlaklık) değeri üzerine etkisini belirten polinomial modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değеrler açısından sırasıyla aşağıdaki şekildedir;

$$Y=106.82-1.15X_1+0.05X_2-1.13E-003X_1X_2+0.01X_1^2-1.78E-006X_2^2$$

Polinomial modele ait eşitlik kodlanmış değеrler açısından ise aşağıdaki verilmiştir;

$$Y=72.87-1.78X_1-0.91X_2-0.68X_1X_2+1.09X_1^2-0.6425 E-003X_2^2$$

Mantar tozu üretiminde uygulanan sıcaklık ve sürenin örneklerin L* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12. de verilmiştir. Buna göre regresyon modeline ait determinasyon katsayısı $R^2=0.9285$ ve adj- R^2 değeri 0,8775 olarak belirlenmiştir. Bu değеrler kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Determinasyon katsayısının yüksek olması ve adj- R^2 değeri ile arasındaki farkın

0.2'den küçük olması (0.051) bu regresyon modelinin istiridye mantarının kurutulmasında L* değerinin belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.12. Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin mantar tozu örneklerinin L* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

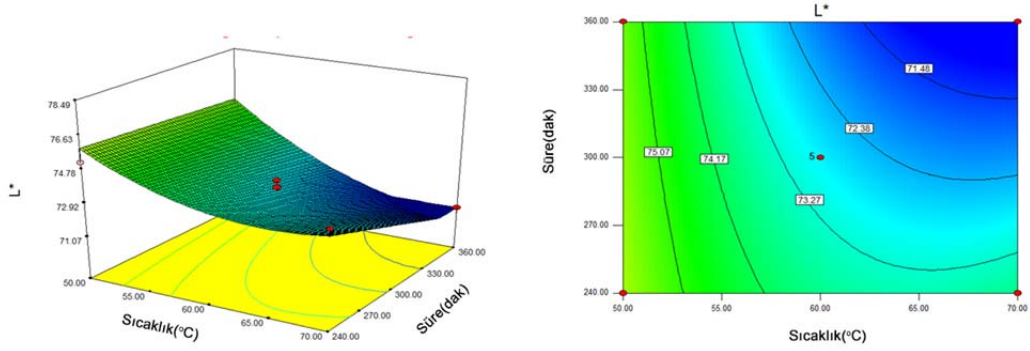
Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F- değeri	p-değeri
Model	42.30	5	8.46	18.19	0.0007 ^a
X₁ (Sıcaklık)	25.47	1	25.27	54.74	0.0001 ^a
X₂ (Süre)	6.58	1	6.58	14.14	0.0071 ^b
X₁X₂	1.84	1	1.84	3.96	0.0870
X₁²	8.26	1	8.26	17.75	0.0040 ^b
X₂²	2.87 E-004	1	2.87 E-004	6.17 E-004	0.9809
Kalıntı	3.26	7	0.47		
Uyum eksikliği	2.68	3	0.89	6.21	0.0550
Saf hata	0.58	4	0.14		
Toplam	45.56	12			

^ap<0.001, ^bp<0.01

Örneklerin L* değeri uygulama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analizler neticesinde kurutma sıcaklığı ve regresyon modeli (p<0.001) ayrıca kurutma süresi ve kurutma süresininin interaksyonu da istatistiksel olarak anlamlı (p<0.01) bulunmuştur. Yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme deseni modelinin uyum eksikliği ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin L* değerleri minimum olarak 71.074, maksimum olarak ise 78.494 aralığında değişim göstermiş, ortalama L* değeri 73.534±1.872 olarak belirlenmiştir. En yüksek L* değeri 46 °C'de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde tespit edilirken, en düşük L* değeri ise 70°C'de 360 dak süreyle kurutulan örneklerde elde edilmiştir.

Üç boyutlu ve dış hatlı grafiksel gösterimlerden de anlaşıldığı üzere (Şekil 4.5) kurutma sıcaklığı ve süresinin artmasıyla örneklerin L* değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Aşağıda verilen literatür çalışmaları da bizim sonuçlarımızı destekler niteliktedir.



Şekil 4.5. Mantar tozunun kurutulmasında L* değerlerinin üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi

Kotwaliwale (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, *Pleuratus* spp. sıcak hava ile 50, 55, 60 ve 70°C’de kurutulmasında, sarılık indeksi artarken beyazlık indeksinin azaldığı, kurutma sıcaklığının mantarlardaki beyazlık indeksiyle ters orantılı olduğu belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada ise mantar dilimleri haşlama işleminden sonra 45, 55, 65, 75, 85 ve 95°C sıcaklıklarda %5 neme kadar kurutulmuştur. Mantarın güvenli kurutma sıcaklığını belirlemeyi amaçlayan sonuçların değerlendirilmesinde mantar çorbasının organoleptik özelliği, rengin esmerleşme indeksi ve rehidrasyon oranının baz alındığı belirtilmiştir. 65 °C’de kurutma sıcaklığının arzu edilen kalitede bir ürün oluşturduğu ve tüketiciler tarafından kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir (Lidhoo, 2008).

Öztürk (2010)’un istiridye mantarının farklı yöntemlerle kurutulmasında elde ettiği L* değerleri etüvde kurutmada ortalama 60.01, infrared kurutmada 53.18 ve liyofilize kurutmada ise 71.00 olarak tespit edilmiş olup, kurutma yöntemleri arasındaki %1 önem seviyesinde farklılık tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen L* değerleri, Öztürk (2010) tarafından tespit edilen değerden daha yüksek çıkmıştır.

4.2.3.2. a* değeri

Mantar tozunun kurutulmasında uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ve lineer modele elde edilen mantar tozu örneklerinin a* (kırmızılık) değeri üzerine etkisini belirten polinomial modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerler açısından sırasıyla aşağıdaki şekildedir;

$$Y=-2.30+0.05X_1+1.0071E-003X_2$$

Polinomial modele ait eşitlik kodlanmış değerler açısından ise aşağıdaki verilmiştir;

$$Y=1.18+0.53X_1+0.060X_2$$

Mantar tozu üretiminde uygulanan sıcaklık ve sürenin örneklerin a* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13. de verilmiştir. Buna göre regresyon modeline ait determinasyon katsayısı $R^2=0.9454$ ve adj- R^2 değeri 0,9345 olarak belirlenmiştir. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğundan modelin a* değerinin belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.13. Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin mantar tozu örneklerinin a* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F- değeri	p-değeri
Model	2.28	2	1.14	85.69	<0.0001 ^a
X ₁ (Sıcaklık)	2.25	1	2.25	170.96	<0.0001 ^a
X ₂ (Süre)	0.029	1	2.22	14.14	0.1670
Kalıntı	0.13	10	0.013		
Uyum eksikliği	0.11	6	0.018	2.66	0.1810
Saf hata	0.026	4	6.581E-003		
Toplam	2.41	12			

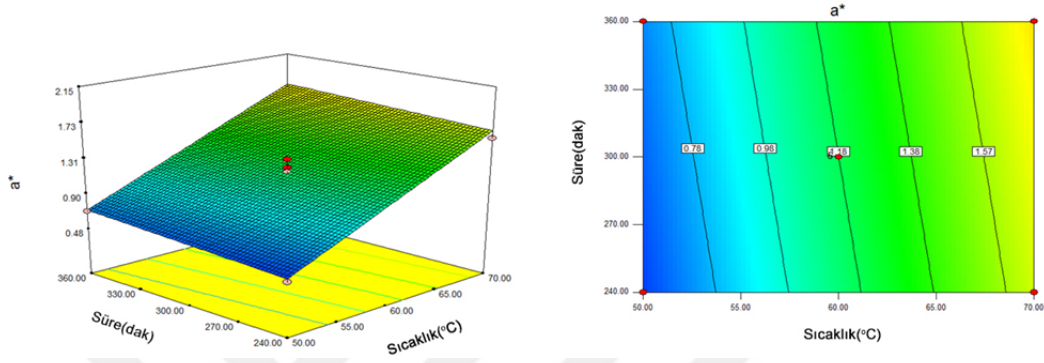
^ap<0.001

Örneklerin a* değeri uygulama sıcaklığına bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analizler neticesinde kurutma sıcaklığı ve model (lineer) istatistiksel olarak anlamlı (p<0.001) bulunurken, kurutma süresi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05) bulunmuştur. Yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme deseni modelinin uyum eksikliği de istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin a* değerleri minimum olarak 0.478, maksimum olarak ise 2.148 aralığında değişim göstermiş, ortalama a* değeri 1.179±0.431 olarak belirlenmiştir. En yüksek a* değeri 74 °C'de

300 dak süreyle kurutulmuş örneklerde tespit edilirken, en düşük a^* değeri ise 46 °C'de 300 dak süreyle kurutulmuş örneklerde elde edilmiştir.

Üç boyutlu ve dış hatlı grafiksel gösterimlerden de anlaşıldığı üzere (Şekil 4.6) kurutma sıcaklığının artması örneklerin a^* değerini arttırdığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.6. Mantar tozunun kurutulmasında a^* değerlerinin üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi

Öztürk (2010)'un istiridye mantarının farklı yöntemlerle kurutulmasında elde ettiği a^* değerleri etüvde kurutmada ortalama 6.12, infrared kurutmada 8.24 ve liyofilize kurutmada ise 5.96 olarak tespit edilmiş olup, kurutma yöntemleri arasındaki %1 önem seviyesinde farklılık tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen a^* değerleri, Öztürk (2010) tarafından tespit edilen değerden daha düşük çıkmıştır.

4.2.3.3. b^* değeri

Mantar tozunun kurutulmasında uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ve lineer modele elde edilen mantar tozu örneklerinin b^* (sarılık) değeri üzerine etkisini belirten polinomial modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerler açısından sırasıyla aşağıdaki şekildedir;

$$Y=23.15-0.36X_1-0.07X_2-1.80E-004X_1X_2+4.87E-003X_1^2+1.55E-004X_2^2$$

Polinomial modele ait eşitlik kodlanmış değerler açısından ise aşağıdaki verilmiştir;

$$Y=9.49+1.75X_1+0.82X_2-0.11X_1X_2+0.49X_1^2+0.56X_2^2$$

Mantar tozu üretiminde uygulanan sıcaklık ve sürenin örneklerin b* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14. de verilmiştir. Buna göre regresyon modeline ait determinasyon katsayısı $R^2=0.9573$ ve adj- R^2 değeri 0.9268 olarak belirlenmiştir. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.

Çizelge 4.14. Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin mantar tozu örneklerinin b* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

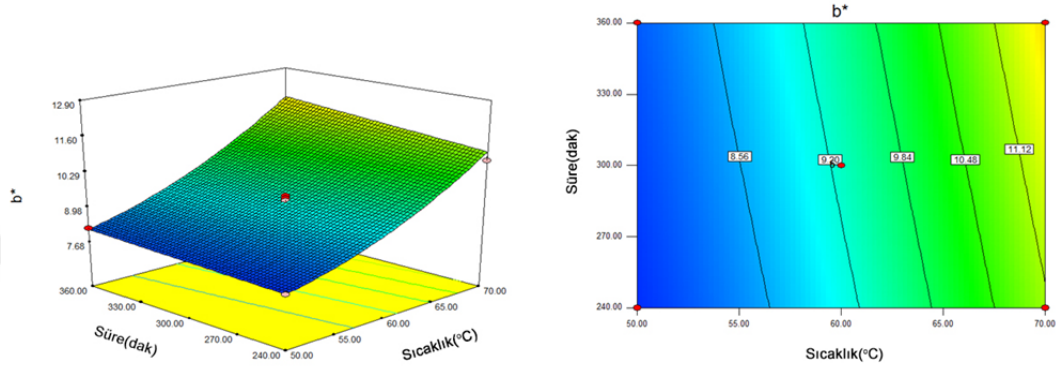
Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F- değeri	p-değeri
Model	33.24	5	6.65	31.39	0.0001 ^a
X ₁ (Sıcaklık)	22.41	1	22.41	115.24	<0.0001 ^a
X ₂ (Süre)	5.40	1	5.40	25.52	0.0015 ^b
X ₁ X ₂	0.047	1	0.047	0.22	0.6531
X ₁ ²	1.65	1	1.65	7.79	0.0269 ^c
X ₂ ²	2.17	1	2.17	10.24	0.0151 ^c
Kalıntı	1.48	7	0.21		
Uyum eksikliği	0.39	3	0.13	0.47	0.7200
Saf hata	1.10	4	0.27		
Toplam	34.73	12			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05

Örneklerin b* değeri uygulama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analizler neticesinde kurutma sıcaklığı ve modelin (kuadratik) istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmaktadır (p<0.001). Ayrıca kurutma süresi de istatistiksel olarak anlamlı (p<0.01) bulunmuştur. Yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme deseni modelinin uyum eksikliği istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05). Faktörlerin interaksiyonları da istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) çıkmıştır.

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin b* değerleri minimum olarak 7.682, maksimum olarak ise 12.982 aralığında değişim göstermiş, ortalama b* değeri 10.135±1.634 olarak belirlenmiştir. En yüksek b* değeri 70°C'de 360 dak süreyle kurutulan örneklerde tespit edilirken, en düşük b* değeri ise 46 °C'de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde elde edilmiştir.

Kurutma sırasında sarılık indeksi artarken beyazlık indeksinin azaldığı, kurutma sıcaklığının mantarlardaki beyazlık indeksiyle ters orantılı olduğu belirlenmiştir (Kotwaliwale, 2007). Üç boyutlu ve dış hatlı grafiksel gösterimlerden de anlaşıldığı üzere (Şekil 4.7.) kurutma sıcaklığı ve sürenin artması örneklerin b^* değerini arttırdığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.7. Mantar tozunun kurutulmasında b^* değerlerinin üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi

Öztürk (2010)'un istiridye mantarının farklı yöntemlerle kurutulmasında elde ettiği b^* değerleri etüvde kurutmada ortalama 22.45, infrared kurutmada 23.98 ve liyofilize kurutmada ise 18.07 olarak tespit edilmiş olup, kurutma yöntemleri arasındaki %1 önem seviyesinde farklılık tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen b^* değerleri, Öztürk (2010) tarafından tespit edilen değerden daha düşük çıkmıştır.

Kurutulmuş *P. ostreatus* mantar örneklerinde L^* , a^* ve b^* değerlerine göre yapılan istatistiksel değerlendirmede kurutma yöntemleri ve kurutma öncesi yapılan ön işlem uygulamaları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur.

4.2.4. Biyokimyasal özellikler

İstiridye mantarı tozu örneklerinde biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde toplam fenolik madde miktarları (TFMM) ve antioksidan aktivitesine bakılmıştır. İstiridye mantarına ait toplam fenolik madde miktarları (yaş ağırlık üzerinden, mg

GAE/100g), antioksidan kapasitesi (antiradikal aktivite, %ARA) EC₅₀ değeri hesaplanarak elde edilmiştir.

Yanıt yüzey yöntemine göre oluşturulan dizayna özgü deneme noktaları çalışılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.15. de verilmiş olup, EC₅₀ ve TFMM değerlerine ait varyans analiz çizelgeleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Çizelge 4.15. İstiridyе mantarı tozu örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçları

Deneme Noktası	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Kurutma Süresi (Dak)	EC ₅₀ (görnek/gDPPH)	TFMM (mgGAE/100görnek)
1	50	240	290.07±1.44 ⁱ	75.8±1.77 ^a
2	70	240	455.85±0.21 ^b	53.5±1.00 ^b
3	50	360	292.16±0.96 ⁱ	75.6±1.57 ^a
4	70	360	428.59±1.99 ^c	56.3±1.06 ^f
5	45.86	300	269.88±0.95 ^j	77.0±1.47 ^a
6	74.14	300	477.75±0.91 ^a	41.9±1.46 ^h
7	60	215.15	350.20±1.60 ^f	71.2±0.44 ^b
8	60	384.85	371.29±1.58 ^d	59.5±0.91 ^c
9	60	300	315.56±0.33 ^h	63.8±1.39 ^d
10	60	300	360.76±0.89 ^c	63.1±0.52 ^d
11	60	300	337.95±1.67 ^g	67.7±1.71 ^c
12	60	300	297.95±1.36 ⁱ	67.9±1.00 ^c
13	60	300	314.08±0.44 ^h	58.4±0.74 ^{ef}

a-f Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.2.4.1 Antioksidan aktivite

Antioksidan aktivite testi, DPPH serbest radikali indirgeme aktivitesine EC₅₀ değeri üzerinden hesaplanmıştır.

DPPH (2,2-difenil-1- pikrilhidrazil) yöntemi; antioksidan aktivitenin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan ve diğer metotlara kıyasla daha kısa sürede sonuç veren antioksidan belirleme yöntemlerinden biridir. Antioksidanların DPPH radikallerine karşı göstermiş oldukları temizleyici (scavenging) aktivite antioksidanların sahip olduğu hidrojen verme yeteneğinden kaynaklanmaktadır (Baumann ve ark., 2002).

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulan mantar tozu örneklerindeki antioksidan aktivitesinin belirlenmesine dair kuadratik modele ait eşitlik, gerçek ve kodlanmış değerler açısından sırasıyla aşağıdaki şekildedir;

$$Y=963.22-17.83X_1-2.19X_2-0.01X_1X_2+0.24X_1^2+4.88E-003X_2^2$$

Polinomial modele ait eşitlik kodlanmış değerler açısından ise aşağıdaki verilmiştir;

$$Y=325.26+74.52X_1+0.58X_2-7.34X_1X_2+24.12X_1^2+17.59X_2^2$$

Mantar tozu üretiminde uygulanan sıcaklık ve sürenin örneklerin DPPH serbest radikalini indirgeme aktivitesi üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16. da verilmiştir. Buna göre regresyon modeline ait determinasyon katsayısı $R^2=0.9476$ ve $\text{adj-}R^2$ değeri 0.9102 olarak belirlenmiştir. Determinasyon katsayısının yüksek olması ve $\text{adj-}R^2$ değeri ile arasındaki farkın 0.2'den küçük olması (0.0374) bu regresyon modelinin istiridye mantarının kurutulması sırasında antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.16. Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin mantar tozu örneklerinin EC_{50} değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

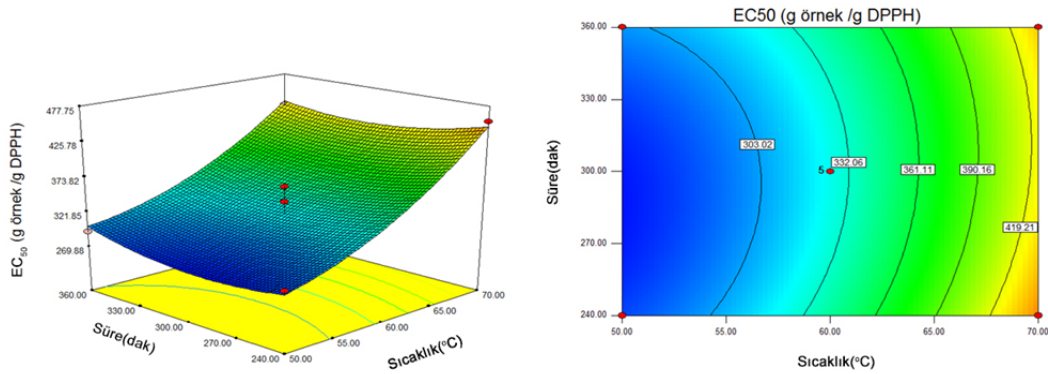
Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F- değeri	p-değeri
Model	50171.34	5	10034.27	25.33	0.0002 ^b
X_1 (Sıcaklık)	44429.36	1	44429.36	112.15	<0.0001 ^a
X_2 (Süre)	2.71	1	2.71	6.832E-003	0.9364
X_1X_2	215.32	1	215.32	0.54	0.4850
X_1^2	4047.97	1	4047.97	10.22	0.0151 ^c
X_2^2	2151.95	1	2151.95	5.43	0.0526
Kalıntı	2773.15	7	396.16		
Uyum eksikliği	387.32	3	129.11	0.22	0.8804
Saf hata	2385.83	4	596.46		
Toplam	52944.49	12			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05

İstatistiksel analiz neticesinde kurutma sıcaklığı (p<0.001) ve model istatistiksel olarak anlamlı (p<0.01) bulunmuştur. Yanıt yüzey yöntemi ile yapılan

deneme deseni modelinin uyum eksikliği, süre ve sıcaklık-süre interaksiyonları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin EC_{50} değeri minimum olarak 269.878 g örnek/g DPPH, maksimum olarak ise 477.750 g örnek/g DPPH aralığında değişim göstermiş, ortalama EC_{50} 350.931 g örnek/g DPPH olarak belirlenmiştir. En yüksek EC_{50} değeri 74 °C'de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde tespit edilirken, en düşük EC_{50} değeri ise 46 °C'de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.15.). Üç boyutlu grafiksel gösterimlerden de anlaşıldığı üzere (Şekil 4.8.) kurutma sıcaklığının artmasının örneklerin EC_{50} değerini arttırdığı gözlemlenmiştir. EC_{50} değerinin artması antioksidan aktivitenin azaldığını göstermektedir. Yani sıcaklık artması antioksidan aktivitenin azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.8. Mantar tozunun kurutulmasında EC_{50} değerinin üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi

4.2.4.2. İstiridyе mantarı tozunda toplam fenolik madde miktarı (TFMM)

İstiridyе mantarı tozunda toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde sonuçlar gallik asit (GAE) eşdeğeri olarak mg GAE/100 g örnek üzerinden verilmiştir. Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş istiridyе mantarı tozunun TFMM belirlenmesinde kuadratik model kullanılmış olup bu modele ilişkin eşitlik;

Gerçek değerler cinsinden,

$$Y=137.54+0.452X_1-0.322X_2+1.250E-003X_1X_2-0.016X_1^2+3.64E-004X_2^2$$

kodlanmış değerler cinsinden ise aşağıdaki denklikte verildiği gibidir.

$$Y=64.18-11.40X_1-1.74X_2+0.75X_1X_2-1.64X_1^2+1.31X_2^2$$

İstiridyе Mantarı tozu üretiminde yanıt yüzey yöntemine göre uygulanan sıcaklık ve sürenin örneklerin TFMM üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17. de verilmiştir. Buna regresyon modeline ait determinasyon katsayısı $R^2=0.8933$ ve $\text{adj-}R^2$ değeri 0.8171 olarak belirlenmiştir. Determinasyon katsayısının yüksek olması ve $\text{adj-}R^2$ değeri ile arasındaki farkın 0.2'den küçük olması (0.0762) bu regresyon modelinin istiridyе mantarının kurutulmasında TFMM belirlenmesinde etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.17. Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin mantar tozu örneklerinin TFMM üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F- değeri	p-değeri
Model	1102.27	5	220.45	11.72	0.0027 ^a
X ₁ (Sıcaklık)	1040.57	1	1040.57	55.32	0.0001 ^a
X ₂ (Süre)	24.31	1	24.31	1.29	0.2930
X ₁ X ₂	2.25	1	2.25	0.12	0.7396
X ₁ ²	18.71	1	18.71	0.99	0.3518
X ₂ ²	11.94	1	11.94	0.63	0.4518
Kalıntı	131.67	7	18.81		
Uyum eksikliği	70.72	3	23.57	1.55	0.3330
Saf hata	60.95	4	15.24		
Toplam	1233.94	12			

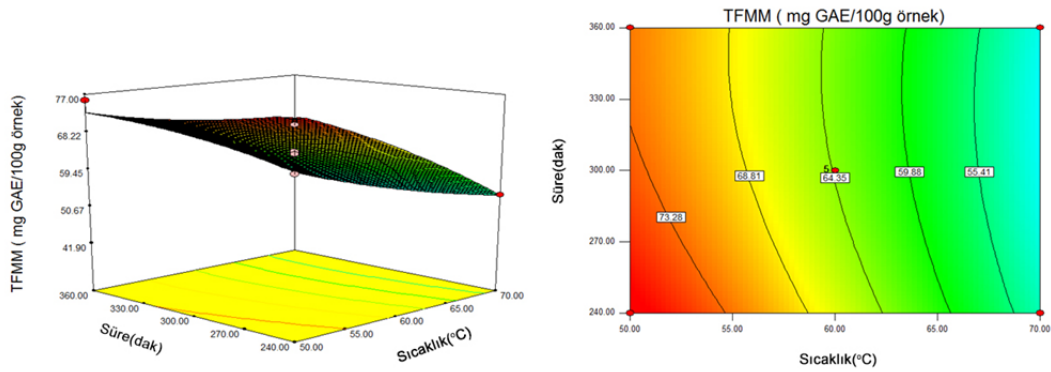
^ap<0.01

İstatistiksel analiz neticesinde kurutma sıcaklığının ve seçilen modelin TFMM üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı (p<0.01) bulunurken, diğer faktörler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin TFMM minimum olarak 41.90 mgGAE/100 g örnek, maksimum olarak ise 77.00 mgGAE/100 g örnek aralığında değişim göstermiş, ortalama 63.977 mgGAE/100 g

örnek olarak belirlenmiştir. En düşük TFMM 74 °C’de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde tespit edilirken, en yüksek TFMM ise 46 °C’de 300 dak süreyle kurutulan örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.15.).

Mantarlar fenolik bileşikler, terpenler ve steroidler gibi farklı sekonder metabolitleri içerdiğinden dolayı mükemmel bir antioksidan özelliği taşır. Bazı yenilebilir mantarların antioksidan aktiviteleri ile toplam fenolik bileşik miktarları arasında bir korelasyonun var olduğu belirlenmiştir (Sarıkürkü ve ark., 2004). Elde edilen TFMM sonuçlarının antioksidan aktivite sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmektedir. İstiridye mantarı tozu örneklerinin biyokimyasal analiz (TFMM ve EC₅₀) sonuçlarına bakıldığında sıcaklık artışının, örneklerin TFMM düşürdüğü, EC₅₀ değerini ise yükselttiği yani antioksidan aktivitesinin düşmesine neden olduğu görülmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda mantar fenolikleriyle antioksidanlar arasındaki ilişkiyi destekler niteliktedir. Üç boyutlu grafiksel gösterimlerde (Şekil 4.9.) yukarıdaki yaklaşımı desteklemektedir.



Şekil 4.9. Mantar tozunun kurutulmasında TFMM üç boyutlu ve dış hatlı gösterimi

Literatürde İstiridye mantarı antioksidan etki ve TFMM analizleri mantardan elde edilen saf ekstraktın farklı oranlarda seyreltilmesi ile antioksidan analiz için DPPH radikalının %50’ sini süpüren konsantrasyonun belirlenmesi, TFMM içinde genellikle g veya 100 g saf ekstrakttaki mg GAE şeklinde yapılmıştır. Ancak bizim çalışmamızda istiridye mantarı tozunun ekstrakt elde edilmeden antioksidan analiz için 1 gramının DPPH radikalının %50’ sini süpüren konsantrasyonun belirlenmesi, TFMM içinde 100 g mantar tozunda mg GAE belirlenmesi şeklinde yapılmıştır. Bu

şekilde düşünmemizin sebebi, mantar tozunun gıdalarda ekstrakt olarak değil direkt toz olarak kullanılabilirliğine uygun olması ve cips üretiminde toz olarak kullanılmasıdır. Bu yüzden yapılan çalışmanın literatür çalışmalarıyla karşılaştırılması mümkün olmamıştır. Yine de konu üzerine yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Yang ve ark (2002)'nin istiridye mantarı üzerine yaptığı çalışma da metanol ekstraktında, DPPH metoduna göre yapılan antioksidan tayininde ise 6.4 mg/ml'de % DPPH radikalinin indirgeme aktivitesi 42.9–81.8 olarak belirlemiş ve toplam fenoliklerin doğal antioksidan olduğunu kanıtlamışlardır. Yapılan çalışma neticesinde mantar örneklerinde yüksek antioksidan aktivite tespit etmişlerdir.

P. ostreatus mantarının *in vitro* koşullarda, antioksidan etkinliğinin incelendiği bir çalışmada; mantar ekstraktının önemli miktarda fenolik maddeler içerdiği gibi askorbik asit, α -tokoferol, β -karoten ve flavonoid bileşikleri de bünyesinde içerdiği tespit edilmiş ve tüm bu bileşenlerin mantarın antioksidan aktivitesiyle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Jayakumar ve ark., 2009).

Jayakumar ve ark. (2009)'nin istiridye mantarının metanol ile ekstraksiyonunda yüksek antioksidan gösterdiğini tespit etmiş ve bu zengin antioksidan kaynağının hem doğal gıda katkısı olarak hem de farmakolojik olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

P. ostreatus'un metanol ve su ekstraktlarının serbest radikal giderim kapasitesine sahip olduğu görülmüştür (Sarıkürkçü ve ark., 2004).

İstiridye mantarının, su ve metanolik ekstraktlarının karşılaştırıldığı DPPH antioksidan metodu kullanılarak yapılan başka bir çalışmada, suda çözülmüş ekstraktın antioksidan kapasitesi daha yüksek çıkmıştır (Ramirez-Anguiano ve ark., 2007).

P. ostreatus'un 180 µg/ml'lik metanolik ekstraktlarının DPPH radikaller üzerindeki temizleyici (scavenging) aktivitesi %77.5-81.3 olarak belirlenmiştir (Lv, 2009).

Filipa ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu *in vivo* ve *in vitro* çalışmada *Pleurotus ostreatus*'un biyoaktif bileşenler içerdiği ve antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tayvan piyasasından toplanan mantarlarda, serbest radikallerin temizleyici (scavenging) aktiviteleri DPPH radikali kullanılarak incelenmiştir. 60°C deki mısır yağı (yağ-su) emülsiyonunda, farklı mantarlardan elde edilen etanol ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Emülsiyon sistemindeki mantar ekstraktlarının antioksidan etkisi türlere göre büyükten küçüğe doğru sırasıyla; *Agaricus bisporus*, *Hypsizigus marmoreus*, *Volvariella volvacea*, *Flammulina velutipe*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*, *Hericium erinaceus* ve *Lentinus edodes* olarak bildirilmiştir (Fu, 2002).

Kurutulmuş *A. bisporus*, *Polyporus squamosus*, *P. ostreatus*, *Lepista nuda*, *Russula delica*, *Boletus badius* ve *Verpa conica* türlerinin metanol ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri araştırıldığı bir çalışmada mantarların antioksidan aktiviteleri bütillenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) ve α-tokoferol gibi standart antioksidanlarla karşılaştırılmıştır. Mantar türlerinin ve standartlarının metanol ekstraktların DPPH üzerindeki temizleyici (scavenging) etkisi büyükten küçüğe doğru sırasıyla BHA, α-tokoferol, *Lepista nuda*, *Russula delica*, *Polyporus squamosus*, *P. ostreatus*, *A. bisporus*, *Verpa conica*, *Boletus badius* olarak belirlenmiştir (Elmastaş ve ark., 2007).

Literatür çalışmaları arasındaki besinsel bileşim açısından farklılığın doğadan toplanan mantarlar için mevsimsel özellikler, yetiştirildiği bölge gibi faktörlere bağlı olmasına rağmen, kültür mantarları için ise kompost bileşimine bağlıdır (Loughton ve Richart, 1974; Tyler, 1980; Lanos., 1993; Breene, 1990).

4.2.5. İstiridye mantarı tozu optimizasyonu

İstiridye mantarı tozunun optimizasyonun da mantarın sahip fizikokimyasal özelliklerden protein ve su aktivitesi, biyokimyasal özelliklerden de antioksidan aktivite ve TFMM dikkate alınmıştır. Bu yanıtlara göre optimize edilmesindeki amaç mantarların yararlılık özelliklerinin belirlenmesinde protein, antioksidan aktivite ve TFMM üzerinde durulmasıdır. Literatür çalışmalarında bunu destekler niteliktedir. Yenilebilir mantarların et ürünlerine alternatif gösterilmeleri protein içeriklerinin yüksek olmasından kaynaklanması (Gücin, 1994; Breene, 1990), aynı zamanda *Pleurotus* türlerinin besin değerinin yanı sıra tıbbi özelliklerinden antioksidan aktivitesi de bu mantar türünün önemini arttırmaktadır (Cohen ve ark., 2002). Su aktivitesinin önemsenmesinde ki amaç ise raf ömrünün dikkate alınmasıdır. Bu bağlamda istiridye mantarının kurutulmasının optimize edilmesinde kriter olarak protein, antioksidan aktivite ve TFMM maksimum kriter ve en yüksek (5) önemlilikte normlar belirlenirken, su aktivitesi için ise minimum kriter ve en düşük önemlilik (1) olarak belirlenmiş ve buna göre optimize edilmesi istenmiştir. Çizelge 4.18.). Su aktivitesi yüksek önemlilikte (5) optimize edilmemesindeki amaç arzu edilebilirlik düzeyinin düşük çıkmasından ileri gelmektedir. Mantar tozunun kurutulmasında belirlenen su aktivitesi değerleri (0.19-0.45) zaten düşük nemli (<0.60) gıdalar grubuna girdiğinden (Aguilera ve Arias, 1992; Leistner, 1986), optimizasyonda su aktivitesi düşük önemlilik (1) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. İstiridye mantarı tozunun optimizasyon normları

İsim	Kriter	Minimum limit	Maksimum limit	Önemlilik
Sıcaklık (°C)	Aralığında	50	70	1
Süre (dak.)	Aralığında	240	360	1
EC ₅₀ (g örnek/gDPPH)	Minimum	269.978	477.75	5
TFMM(mgGAE/100görnek)	Maksimum	41.9	77	5
Su aktivitesi	Minimum	0.19	0.45	1
Protein	Maksimum	18.25	27.5	5

Su aktivitesinin minimum değer olarak belirlenmesindeki amaç, mantar tozunun kullanım alanları olan hazır çorbalar, çeşitli baharatlar, unlu mamüllerden bisküvi ve krakerler, patates ve mısır cipsleri, toz bebek mamaları, mısır gevreği ve bunlara benzer birçok ürünün su aktivitesi değerlerinin düşük olmasından ileri

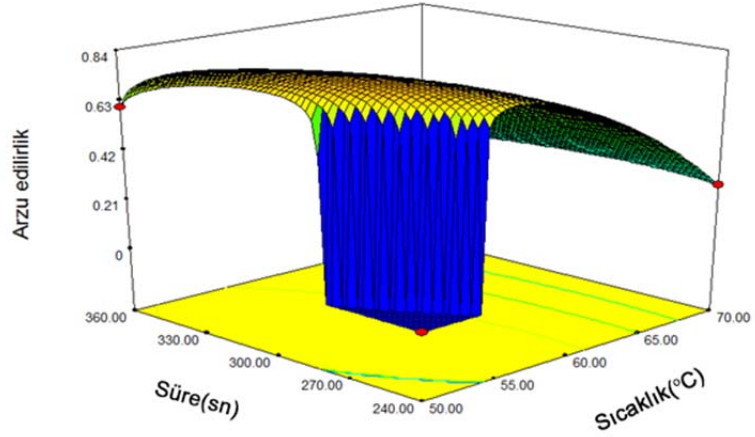
gelmektedir (Özay ve ark., 1993). Çünkü bu gıdalar, istiridye mantarı tozunun çeşitli formülasyonlarda kullanılmasında potansiyel gıdalar olduğu düşünülmektedir. Kurutulmuş ürünlerin çeşitli özel kullanım alanları bulunmakla birlikte, birçok ülkede büyük bir endüstri kolu haline gelmiş olan hazır kuru çorba üretiminin hammaddesi kurutulmuş çeşitli gıdalardan oluşmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2003). Hazır çorbalardan özellikle mantar ve sebze çorbalarında genellikle doğranmış kurutulmuş olarak *Agaricus bisporus* kullanılmaktadır. Çalışmamız kapsamında hem *Pleurotus ostreatus*'un tüketiminin artırılması hemde toz haline getirilmesi ile bir çok gıda formülasyonunda sorunsuz bir şekilde kullanılacağı düşünülmektedir.

Tüm bu değerler sisteme girildiğinde 53.01 °C'de 276.79 dak. kurutma normu olarak belirlenmiştir. Optimum koşullardaki kabul edilebilirlik “desirability fonksiyonu” değeri 0.834 olarak belirlenmiştir. Optimizasyonun kabul edilebilirliği son derece yüksek bulunmuştur ki bu değer zaten maksimum 1 olabilmektedir. İstiridye mantarı tozunun optimizasyon sonuçları Çizelge 4.19. da verilmiştir. Kabul edilebilirliğin yüksek olması sonucu bize seçtiğimiz modelin uyumluluğunu ve optimizasyon işleminin güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. RSM’ de bulunan optimizasyon normlarından sıcaklık derecesi ve süre teknik açıdan mümkün olamayacağından, kurutma sıcaklığı 53 °C ve kurutma süresi de 276.8 dak olarak işlem yapılmıştır.

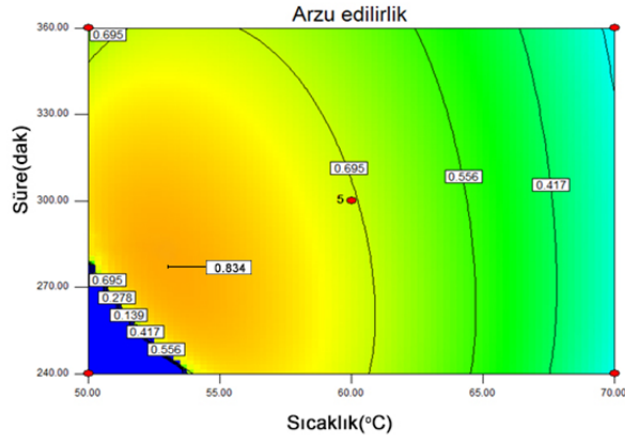
Çizelge 4.19. İstiridye mantarı tozunun optimizasyon sonuçları

Sıra no	Sıcaklık (°C)	Süre (dak)	EC50 (görnek/gDPPH)	TFMM (mgGAE/100görnek)	Su aktivitesi	Protein (%)	Kabul edilebilirlik
1	53.01	276.79	285.37	72.42	0.37	26.55	0.834

İstiridye mantarının kurutma optimizasyonunun üç boyutlu ve dış hatlı gösterimlerinden anlaşıldığı üzere kurutma sıcaklığının arzu edilebilirlik üzerindeki etkisi kuadratik etki göstermiştir. Önce sıcaklık artışı arzu edilebilirliği belirli düzeye kadar arttırmakta, belirli bir noktadan sonra ise azaltmaktadır (Şekil 4.10-4.11.).



Şekil 4.10. İstiridye mantarının kurutma optimizasyonunun üç boyutlu gösterimi



Şekil 4.11. İstiridye mantarının kurutma optimizasyonunun dış hatlı gösterimi

RSM'de kurutulması optimize edilen istiridye mantarının optimum normda üretimi yapıp, mantar tozu depolama ve cips üretimlerinde kullanılmıştır.

4.3. İstiridye Mantarı Tozu Katkılı Cips Üretimi

Optimize edilen istiridye mantarı tozu belirli formülasyonlarda buğday unu ve mantar haşlama suyu ile karıştırılarak cips hamuru oluşturulmuş, 1 mm kalınlığında açılmış ve kızartma, fırınlama ve mikrodalga olmak üzere üç farklı pişirme yöntemi uygulanarak cips üretimi yapılmıştır. Herbir pişirme yöntemi ayrı ayrı ele alınmış olup, fizikokimyasal, biyokimyasal, duyuşal ve tekstürel özellikler açısından

incelenmiştir. Tüm pişirme yöntemleri için, yanıt yüzey yönteminde deneme dizaynları kurulup modellenmeleri ve optimizasyonları yapılmıştır.

4.3.1. Kızartılmış istiridye mantarı tozu katkılı cips üretimi

4.3.1.1. Fizikokimyasal analizler

Kızartılmış istiridye mantarı tozu katkılı cips üretiminde paket programın verdiği deneme noktalarına göre üretimler yapılmış olup örneklere ait bazı fizikokimyasal özellikler Çizelge 4.20. de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Kızartılmış istiridye mantarı tozu katkılı cips örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları

Deneme Noktası	Kızartma Sıcaklığı (°C)	Kızartma Süresi (Saniye)	Mantar Oranı (%)	Kurumadde (%)	Kül* (%)	Protein* (%)	aw	Yağ* (%)
1	150	50	20	97.14±1.48 ^b	1.75±0.28 ^{gh}	11.85±1.22 ^{gh}	0.19±0.03 ^b	21.18±0.28 ^{bcd}
2	180	50	20	98.10±1.16 ^{ab}	1.96±0.11 ^{efh}	12.92±0.72 ^{efgh}	0.14±0.16 ^b	20.15±0.51 ^{cdef}
3	150	180	20	97.60±0.89 ^{ab}	1.89±0.28 ^{gh}	12.65±0.47 ^{efgh}	0.17±0.00 ^b	23.43±0.26 ^a
4	180	180	20	98.50±1.94 ^{ab}	2.15±0.06 ^{efg}	13.29±0.30 ^{defg}	0.12±0.01 ^b	21.10±1.71 ^{bcd}
5	150	50	40	98.10±1.51 ^{ab}	3.08±0.04 ^{abc}	14.42±0.18 ^{bcd}	0.11±0.01 ^b	19.80±1.15 ^{defg}
6	180	50	40	98.71±0.21 ^{ab}	3.25±0.54 ^{ab}	15.91±0.20 ^{ab}	0.10±0.01 ^b	17.19±1.37 ^{hij}
7	150	180	40	99.50±0.42 ^{ab}	3.00±0.16 ^{bcd}	15.99±0.74 ^{ab}	0.12±0.00 ^b	21.02±1.34 ^{bcd}
8	180	180	40	99.86±0.04 ^a	3.32±0.06 ^{ab}	16.58±0.69 ^a	0.10±0.01 ^b	19.26±0.18 ^{defgh}
9	139.77	115	30	97.35±1.70 ^{ab}	2.40±0.07 ^{ef}	13.50±1.44 ^{cdefg}	0.18±0.06 ^b	20.48±0.00 ^{bcd}
10	190.23	115	30	99.48±0.10 ^{ab}	2.56±0.13 ^{de}	14.90±1.27 ^{abcd}	0.11±0.01 ^b	17.82±0.34 ^{ghi}
11	165	5.68	30	93.33±0.17 ^{ab}	1.90±0.11 ^{gh}	12.50±0.72 ^{fgh}	0.51±0.37 ^a	15.50±1.00 ^j
12	165	224.32	30	98.95±0.76 ^{ab}	2.63±0.11 ^{cde}	15.10±0.49 ^{abc}	0.12±0.02 ^b	22.11±0.47 ^{abc}
13	165	115	13.18	97.50±0.71 ^{ab}	1.51±0.08 ^h	11.45±0.48 ^h	0.20±0.02 ^b	22.50±0.68 ^{ab}
14	165	115	46.82	99.86±0.16 ^a	3.49±0.21 ^a	15.25±0.28 ^{abc}	0.09±0.03 ^b	16.30±1.15 ^{ij}
15	165	115	30	98.25±0.55 ^{ab}	2.50±0.21 ^c	14.10±0.79 ^{cdef}	0.14±0.03 ^b	17.83±0.68 ^{ghi}
16	165	115	30	98.19±0.82 ^{ab}	2.45±0.41 ^c	13.90±1.02 ^{cdef}	0.14±0.02 ^b	19.70±1.60 ^{defg}
17	165	115	30	98.51±1.36 ^{ab}	2.54±0.01 ^d	13.65±0.58 ^{cdefg}	0.14±0.02 ^b	17.83±1.34 ^{ghi}
18	165	115	30	98.61±1.23 ^{ab}	2.39±0.03 ^{ef}	13.10±0.58 ^{efgh}	0.14±0.02 ^b	18.20±0.86 ^{fghi}
19	165	115	30	98.38±0.89 ^{ab}	2.55±0.06 ^{de}	12.99±0.82 ^{efgh}	0.14±0.00 ^b	19.48±0.92 ^{defg}
20	165	115	30	98.41±1.24 ^{ab}	2.40±0.23 ^{ef}	12.95±0.48 ^{efgh}	0.13±0.03 ^b	18.30±0.55 ^{efghi}

a-k Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

* % Kurumadde üzerinden hesaplanmıştır

Yanıt yüzey yöntemi deneme dizaynına göre oluşturulmuş kızartılmış istiridye mantarı tozu katkılı cips örnekleri ait fizikokimyasal özellikler, yine aynı paket programda oluşturulan deneme modellerine göre ayrı ayrı irdelenmiştir. İncelenen mantar türü tek olduğundan bundan sonraki açıklamalarda “kızartılmış istiridye mantarı tozu katkılı cips” yerine kızartılmış cips ifadesi, “mantar tozu oranı” yerinde MTO kısaltması kullanılacaktır.

4.3.1.1.1. Kurumadde miktarı

Kızartılmış cips uygulanmasında uygulanan sıcaklık-süre ve aynı zamanda hamur formülasyonuna katılacak MTO, kurumadde miktarı üzerine etkisini gösteren kuadratik modele göre yapılan deneme desenini ortaya koyan polinomiyal modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin kurumadde tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayılarının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır.

Kurumadde için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayısı (R^2) 0,9465 ve adj- R^2 değeri 0,8930 olarak bulunmuştur. Bu değerler arasındaki farkın 0,2 değerinden küçük olması, Design Expert paket programı tarafından seçilen modelin uygunluğunu göstermektedir.

Gerçek değerler cinsinden;

$$Y=90.19+0.06X_1-9.75X_2-0.01X_3+8.85E-005X_1X_2+1.33E-004X_2X_3-1.077E-004X_1^2-1.58E-005X_2^2+6.94E-004X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=98.40+0.54X_1+0.34X_2+0.57X_3+0.086X_1X_2+0.014X_1X_3+0.086X_2X_3-0.024X_1^2-0.07X_2^2+0.09X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Kızartılmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin kurumadde (%) üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21. de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Kızartılmış cips örneklerinin kurumadde (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	9.73	9	1.08	17.69a	0.9465
X ₁	4.02	1	4.02	65.82a	
X ₂	1.02	1	1.02	16.69b	
X ₃	4.45	1	4.45	72.87a	
X ₁ X ₂	0.0060	1	0.0060	0.97	
X ₁ X ₃	1.51E-003	1	1.51E-003	0.025c	
X ₂ X ₃	0.0060	1	0.0060	0.97	
X ₁ ²	8.52E-003	1	8.52E-003	0.13	
X ₂ ²	0.037	1	0.037	0.61	
X ₃ ²	0.066	1	0.066	1.08	
Kalıntı	0.55	9	0.61		
Uyum Eksikliği	0.43	4	0.11	4.35	
Saf Hata	0.12	5	0.025		
Toplam	10.28	18			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.21. den de anlaşıldığı üzere örneklerin kurumadde içerikleri uygulama sıcaklığı, süresi ve mantar tozu oranına bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde kızartma sıcaklığı ve MTO örneklerin kurumadde içerikleri üzerine etkisi (p<0.001), kızartma süresinin (p<0.01), sıcaklık ve MTO interaksyonu (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı diğer terimler önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Geliştirilen modelin geçerli olabilmesi için seçilen modelin değişkenler arasındaki ilişkiyi uygun şekilde yansıtmadığının belirlenmesi diğer bir ifadeyle model uyumsuzluğunun (lack of fit) olmaması gerekmektedir. Kurumadde için seçilen kuadratik model için modelin uyumlu olduğu lack of fit testinin önemsiz çıkması ile tespit edilmiştir (Massart ve ark., 1997).

Kızartılmış cipsin kuru maddesinin belirlenmesinde elde edilen lack of fit değeri 0.0694 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips üretimine model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin kurumadde (%) değerleri Çizelge 4.20. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere kurumadde

değerleri %93.33 ile %99.86 aralığında değişim göstermiş ve en düşük kurumadde değeri, 165 °C'de 6 saniye (sn) kızartılan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek kurumadde ise 180 °C'de 180 sn %40 MTO katkılı örneklerde ve 165 °C'de 115 sn %46.82 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Literatürde kızartılmış istiridye mantarı cipsi ile ilgili çalışmaya rastlanılmadığından karşılaştırma imkanı olmamıştır. Ancak bu bölümde diğer hammaddelerden yapılmış cips örneklerine, özellikle buğdaydan yapılmış veya buğday katkılı cipslere ve kızartmanın etki mekanizmasına kısmen de olsa yer verilmesi uygun görülmüştür.

Kızartılmış cipslerde kurumadde içeriklerinin yüksek çıkması ürünlerin kızartma esnasında yapılarında barındırdığı suyun buharlaştırılması ile bağlantılıdır. Kızartma sıcaklığı ve süresinin artması suyun uzaklaşmasını hızlandırmaktadır (Nath ve Chattopadhyay, 2007).

Lezzet bileşikleri ilave edilmiş mısır cipslerinde yapılan çalışmada örneklerin kurumadde içeriklerinin yüksek oluşunun nedeni kızartma esnasında buharlaşan suyun yerine yağın dolmasıdır (Rababah ve ark., 2012).

Piyasadaki mevcut cipslerin % nem değerleri; Doritos 1.75, Lays 1.65, Ruffles, 1.64 olarak tespit edilmiştir (Baltacıoğlu, 2012).

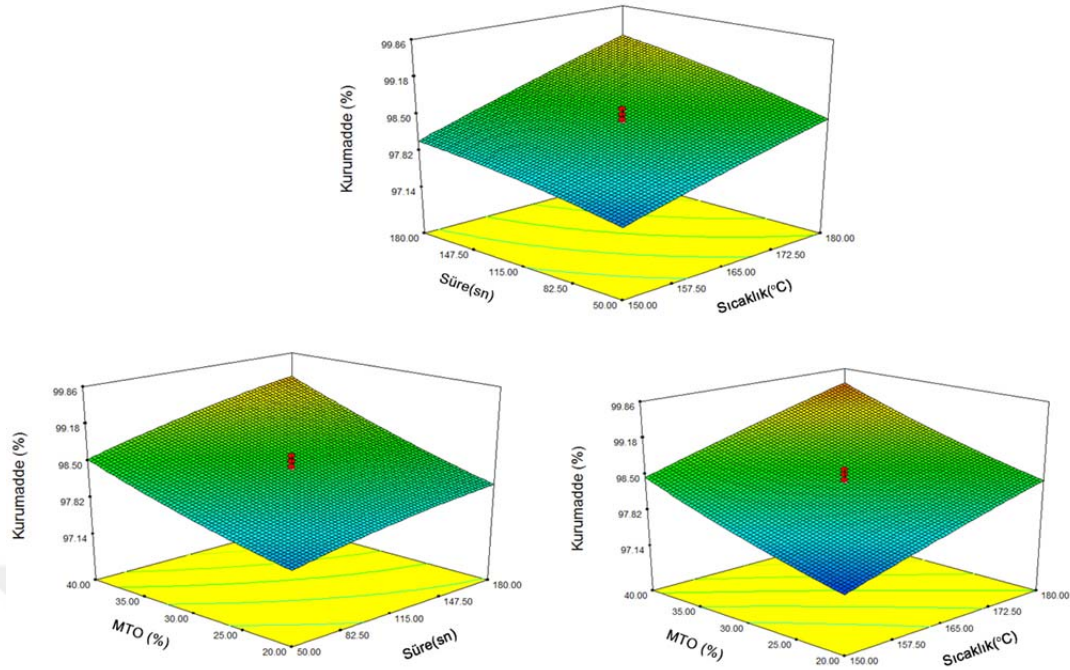
Türk Standartları Enstitüsü'nün patates ve mısır cipsleri için belirlediği rutubet değerleri, patates cipslerinde ağırlıkça en çok %3.5, mısır cipslerinde ise en çok %3.0 olmalıdır (Anonim, 1993; Talburt ve Smith, 1986). Türk Standartları Enstitüsünde mantar cipsi ile ilgili bir standardizasyon olmadığından karşılaştırmada patates ve mısır cipsleri kullanılmış olup, elde edilen kızartılmış cips örneklerinin ortalama sonuçları yasal sınırlar içerisindedir.

Cankurtaran (2012), tarafından yapılan buğday cipsi çalışmasında 160 °C' de kızartılan örneklerin ortalama kurumadde miktarı %92.32 iken 170 ve 180 °C'de

kızartılan buğday cipsi örneklerinin kurumadde miktarları sırasıyla %94.84 ve %96.40, 190 °C’ de kızartılan örneklerin kurumadde miktarı ise %98.48 olarak bulunmuştur. Ortalama değerler göz önüne alındığında kızartma sıcaklığının artışı ile örneklerin kurumadde miktarlarında bir artış gözlenmiştir. Ayrıca tüm kızartma sıcaklıkları için kızartma süresi arttıkça beklenildiği gibi örneklerin kurumadde miktarı artış göstermektedir. Kızartma sıcaklığının örneklerin kurumadde miktarlarına etkisi yapılan varyans analizi sonucuna göre istatistiksel olarak önemli olduğunu ortaya koymaktadır ($p<0.05$). Bizim çalışmamızda buğday ununa farklı formülasyonlarda MTO katımı olduğundan buğday cipsi çalışmaları son derece önem arz etmektedir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında MTO ilavesinin buğday cipsinin kurumadde miktarını arttırdığı söylenebilir.

Yanıt yüzey yöntemine göre bayat ekmek unu ile zenginleştirilmiş buğday cipsi örneklerinin kurumadde (%) değerleri %92,97 ile %99,86 aralığında değişim göstermiş ve en düşük kurumadde değeri, 180 °C’de 40 sn süreyle kızartılan kontrol örneklerinde olduğu belirlenmiştir. En yüksek kurumadde değeri ise %50 bayat ekmek unu ilavesi yapılmış cips formülasyonunun 190 °C’de 50 sn süreyle kızartılması sonucunda görülmüştür (Yüksel, 2014). Kızartılmış cips örneklerinin kurumadde Yüksel (2014) ile uyumlu, Cankurtaran (2012) tarafından yapılan buğday cipsi sonuçlarından ise yüksek çıkmıştır.

Şekil 4.12. den anlaşıldığı üzere kızartılmış cips örneklerinde kurumadde miktarı, sıcaklık, süre ve MTO’ya bağlı olarak artmıştır. Cips gibi çerez gıdalar üretilmeleri sırasında yüksek sıcaklıklara maruz kaldığından nem içerikleri genelde düşük olması çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir.



Şekil 4.12. Kızartılmış cips örneklerinin % kurumadde miktarlarının üç boyutlu gösterimi

4.3.1.1.2. Kül miktarı

Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla RSM’de çoklu yönlü regresyon analizleri yapılmış ve uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin kurumadde tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır ($R^2=0.9622$ ve $\text{adj-}R^2=0.9282$).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y=3.92-0.04X_1+1.86E-003X_2+0.041X_3+2.56E-005X_1X_3+1.67E-005X_2X_3-6.54E-005X_2X_3+1.43E-004X_2^2+3.92E-004X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=2.47+0.090X_1+0.11X_2+0.60X_3+0.025X_1X_2+2.50E-003X_1X_3+0.042X_2X_3+0.032X_1^2-0.04X_2^2+0.039X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Kızartılmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin % kül miktarı üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22. de verilmiştir.

Çizelge 4.22 Kızartılmış cips örneklerinin % kül miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	5.34	9	0.59	28.21 ^a	0.9622
X ₁	0.11	1	0.11	5.28 ^b	
X ₂	0.18	1	0.18	8.37 ^b	
X ₃	4.96	1	4.96	236.78 ^a	
X ₁ X ₂	5.00E-003	1	5.00E-003	0.24	
X ₁ X ₃	5.00E-005	1	5.00E-005	2.39E-003 ^b	
X ₂ X ₃	0.014	1	0.014	0.69	
X ₁ ²	0.015	1	0.015	0.71	
X ₂ ²	0.028	1	0.028	1.32	
X ₃ ²	0.022	1	0.022	1.06	
Kalıntı	0.21	10	0.021		
Uyum Eksikliği	0.19	5	0.037	7.77	
Saf Hata	0.024	5	4.77E-003		
Toplam	5.55	19			

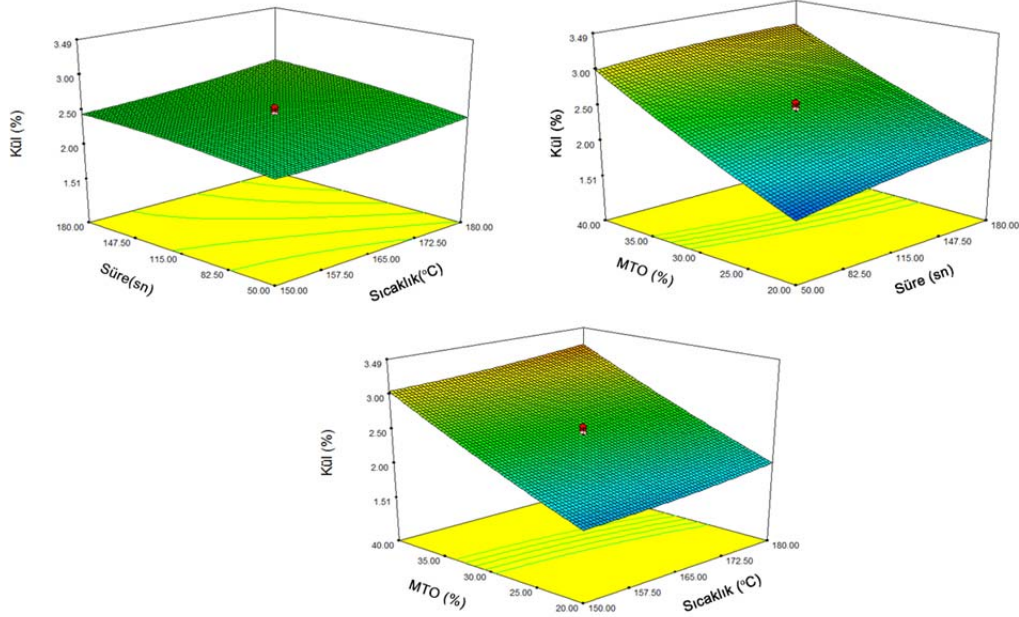
^ap<0.001, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.22. den anlaşıldığı üzere örneklerin kül miktarı kızartma sıcaklığı, süresi ve MTO bağlı olarak değişmiştir. Buna göre % kül miktarı için oluşturulan kuadratik model için p değeri 0.05 ten küçük olan modelde, sıcaklık, süre, sıcaklık-MTO interaksyonu terimleri ve MTO %5 hata seviyesinde önemli bulunurken diğer terimler önemsiz bulunmuştur.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin % kül miktarı değerleri Çizelge 4.20. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere % kül miktarı değerleri 1.51 ila 3.49 aralığında değişim göstermiş ve en düşük % kül miktarı 165 °C'de 115 saniye (sn) kızartılan %13.18 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en

yüksek % kül miktarı ise 165 °C’de 115 sn %46.82 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.13. den de anlaşıldığı üzere kızartılmış cips örneklerinde kül miktarı, sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak artmıştır.



Şekil 4.13. Kızartılmış cips örneklerinin % kül miktarlarının üç boyutlu gösterimi

Cankurtaran (2012), tarafından yapılan buğday cipsi çalışmasında 160, 170, 180 ve 190°C’de kızartılan örneklerin ortalama kül miktarı %0.31, %0.34, %0.39 ve %0.36 olarak bulunmuştur. Yapılan iki faktör varyans analizi sonuçları kızartma süresi ve sıcaklığının örneklerin kül miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır. Tüm örneklerin formülasyonları aynı olduğu için beklenildiği gibi kül miktarları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Bizim çalışma sonuçlarına bakıldığında MTO ilavesinin buğday cipsinin kül miktarını arttırdığı söylenebilir. En düşük kül miktarı %13.18 MTO katkılı örneklerde en yüksek kül miktarı %46.82 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Kırbağ ve Korkmaz (2014)'ın *P. ostreatus*'un besinsel değerinin belirlendiği çalışmada %4.9-5.7 ham kül verileri tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan mantar tozu örneklerinin kül (%) değerleri %6,75 ila %7,04 aralığında değişim göstermiş olup, Kırbağ ve Korkmaz (2014)'ten yüksek çıkmıştır. Bu durumun mantarların sahip olduğu kimyasal, fiziksel ve biyokimyasal özelliklerin mantarın yetiştirildiği kompost formülasyonuna bağlı olarak değişmesinden kaynaklanmaktadır. Kızartma cipsin kül oranının mantar tozundan düşük çıkmasının nedeni ise mantar tozunun cips hamuru formülasyonunda belirli oranda (%13.18-46.82) kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bayat ekmek unu ile zenginleştirilmiş buğday cipsi örneklerinin kül miktarı değerleri %0.32 ile %1.04 aralığında değişim göstermiş ve en düşük kül değeri bayat ekmek ilavesi yapılmamış kontrol örneklerinde olduğu belirlenmiştir. En yüksek kül değeri ise %50 bayat ekmek unu ilavesi yapılmış cips formülasyonunun sonucunda görülmüştür (Yüksel, 2014).

Kızartılmış cips örneklerinin kül miktarının sade buğday cipsi ve buğday cipsine bayat ekmek ilaveli cipslerden yüksek çıkmasının nedeni mantarın mineral madde açısından son derece zengin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.1.1.3. Protein miktarı

İstiridyeye mantarı cipslerin kızartılmasında uygulanan sıcaklık-süre ve aynı zamanda hamur formülasyonuna katılacak MTO, protein miktarı üzerine etkisini gösteren kuadratik modele göre yapılan deneme desenini ortaya koyan polinomiyal modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin protein miktarı tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayılarının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır.

Protein miktarı tayini için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayısı (R^2) 0,9284 ve adj- R^2 değeri 0,8639 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir

sınırlar içerisinde. Diğer taraftan adj-R² ile pre-R² değerleri arasındaki farkın 0,2 değerinden küçük olması Design Expert paket programı tarafından seçilen modelin uygunluğunu göstermektedir.

Gerçek değerler cinsinden;

$$Y=45.80-0.47X_1+0.02X_2+0.03X_3-1.70E-004X_1X_2+3.08E-004X_2X_3+1.55E-003X_1^2+4.93E-005X_2^2+4.91E-004X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=13.44+0.45X_1+0.57X_2+1.36X_3-0.17X_1X_2+0.046X_1X_3+0.13X_2X_3+0.35X_1^2+0.21X_2^2+0.05X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Kızartılmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin protein (%) üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23. de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Kızartılmış cips örneklerinin protein (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	35.06	9	3.09	14.40 ^a	0.9284
X ₁	2.76	1	2.76	10.22 ^b	
X ₂	4.44	1	4.44	16.39 ^b	
X ₃	25.28	1	25.28	93.45 ^a	
X ₁ X ₂	0.22	1	0.22	0.82	
X ₁ X ₃	0.017	1	0.017	0.063	
X ₂ X ₃	0.14	1	0.14	0.53	
X ₁ ²	1.76	1	1.76	6.51 ^c	
X ₂ ²	0.62	1	0.62	2.31	
X ₃ ²	0.035	1	0.035	0.13	
Kalıntı	2.71	10	0.27		
Uyum Eksikliği	1.46	5	0.29	1.17	
Saf Hata	1.25	5	0.25		
Toplam	37.77	19			

^ap<0.001, ^b p<0.01, ^c p<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

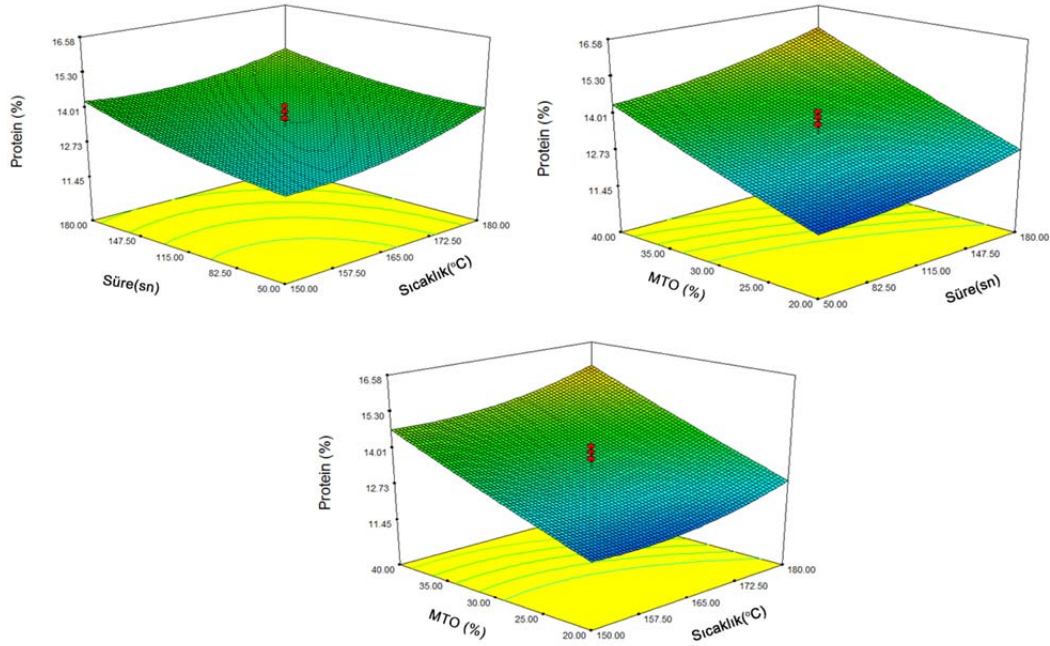
Çizelge 4.23. den de anlaşıldığı üzere örneklerin protein miktarı uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde MTO'nun örneklerin protein değeri üzerine etkisi ($p<0.001$), kızartma sıcaklığı ve süresinin ise ($p<0.01$) istatistiksel olarak anlamlı diğer terimler ise önemsiz bulunmuştur.

Geliştirilen modelin geçerli olabilmesi için seçilen modelin değişkenler arasındaki ilişkiyi uygun şekilde yansıtip yansıtmadığının belirlenmesi diğer bir ifadeyle model uyumsuzluğunun (lack of fit) olmaması gerekmektedir. RSM'de protein miktarı için seçilen kuadratik modelin uyumlu olduğu lack-of-fit değeri 0.4352 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips üretimine model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin protein (%) değerleri Çizelge 4.20. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere protein değerleri %11.45 ila %16.58 aralığında değişim göstermiş ve en düşük % protein değeri, 165 °C'de 115 sn kızartılan %13.18 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek protein ise 180 °C'de 180 sn %40 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Iwe (2000), yaptığı bir araştırmada patates ve soya ununu 100:0, 100:75, 100:50, 100:25, 0:100 oranlarında karıştırarak ekstrüde etmiş ve karışımın % olarak protein içeriğini sırasıyla 3,8, 18,9, 28,9, 31,8 ve 44,7 olarak belirlemiştir. Karışımındaki soya unu arttıkça karışımın protein içeriğinin de arttığı görülmüştür. Martinez-Florez ve ark. (2005), mısır ununu soya ve aspir (yalancı safran küspesi) ile karıştırarak protein miktar ve kalitesi arttırılmış bir ekstrüde ürün üretmişlerdir. %80 mısır unu, %17 soya fasulyesi küspesi ve ve %3 aspir küspesi karışımından son üründe protein miktarını %6,4 den %14,0'e yükselmiştir. Mantar cipsinde de en fazla proteinin %40 MTO katkılı cipslerde olması, protein değeri yüksek olan besin bileşenlerinin formülasyona ilavesinin son üründeki protein değerini arttıracağını göstermektedir.

Şekil 4.14. den anlaşıldığı üzere kızartılmış cips örneklerinde protein miktarı, sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak artmıştır. Üç boyutlu gösterimlerde de görüldüğü gibi MTO'nun örneklerin protein değeri üzerine etkisi çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.001$) bulunurken, kızartma sıcaklığı ve süresinin ise yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.01$) olduğu görülmektedir.



Şekil 4.14. Kızartılmış cips örneklerinin % protein miktarlarının üç boyutlu gösterimi

Protein kaynağının sindirilebilirliği ve biyoyararlılığı onun besin değerini belirler (Alonso ve ark., 2000; Yvonne ve ark., 2001). Mantarlar sindirimi kolay proteinlere sahip olmaları nedeniyle diğer sebzelerden ayrılmakta olup yararlılığı son derece yüksektir (Demir, 2003).

Nesillerin sağlıklı gelişmelerini sağlamak için beslenme değeri yüksek protein kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır (Göçmen ve Şahin, 2000). Günlük diyetle protein alımını arttırmak için, ayrıca vejeteryen grupların (hayvansal ürün hiç tüketmeyen) diyetlerinin protein kalitesini arttırmak için en akılcı yaklaşım etin haricinde farklı protein kaynaklarına yönelmektir (Rajahame ve Sabate, 2000).

Proteince zengin bitkisel ürünlerin, fiyatlarının daha ucuz olması nedeniyle alım gücü düşük kesimlerin protein gereksinimlerini karşılamaya da yardımcı olacağı bilinmektedir. Ayrıca cips gibi çocukların severek tükettiği atıştırmalık ürünlerin proteince zenginleştirilmesi önem arz etmektedir.

4.3.1.1.4. Su aktivitesi (aw)

Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla RSM’de çoklu yönlü regresyon analizleri yapılmış ve uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin aw tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır ($R^2=0.9646$ ve $adj-R^2=0.9292$).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y=0.90-4.93E-003X_1+1.49E-004X_2-0.01X_3-6.41E-007X_1X_2+6.25E-005X_1X_3+9.42E-006X_2X_3+5.76E-006X_1^2-1.63E-006X_2^2-2.95E-006X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=0.14-0.02X_1-3.20X_2-0.03X_3-6.25E-004X_1X_2+9.37E-003X_1X_3+6.12E004X_2X_3+1.30X_1^2-6.90E-003X_2^2-2.95E-004X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Kıyartılmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO’nun örneklerin aw üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24. de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Kızartılmış cips örneklerinin aw üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

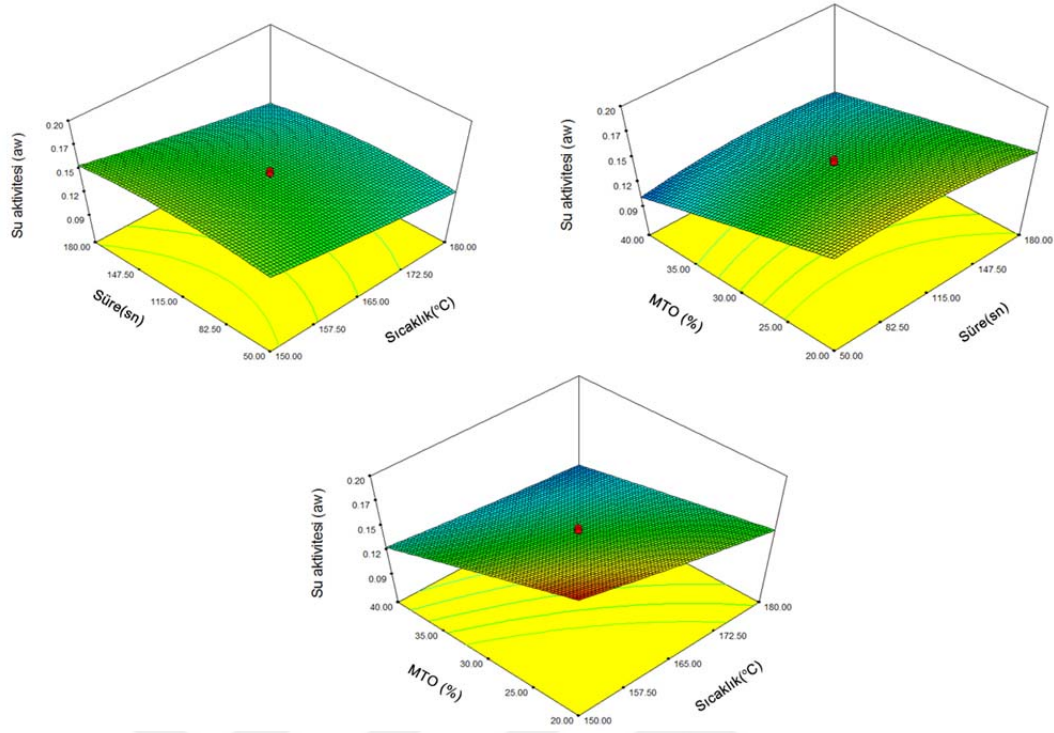
	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	0.018	9	1.94E-003	28.75 ^a	0.9646
X ₁	4.68E-003	1	4.68E-003	66.53 ^a	
X ₂	9.16E-005	1	9.17E-005	1.28	
X ₃	0.011	1	0.011	154.70 ^a	
X ₁ X ₂	3.12E-006	1	3.12E-006	0.044	
X ₁ X ₃	7.03E-004	1	7.03E-004	9.85 ^b	
X ₂ X ₃	3.01E-004	1	3.00E-004	4.21	
X ₁ ²	2.30E-005	1	2.30E-005	0.32	
X ₂ ²	4.00E-004	1	4.00E-004	5.61	
X ₃ ²	1.20E-006	1	1.20E-006	0.017	
Kalıntı	6.42E-004	9	7.14E-004		
Uyum Eksikliği	5.13E-004	4	1.28E-004	4.95	
Saf Hata	1.29E-004	5	2.59E-005		
Toplam	0.018	18			

^ap<0.001, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.24. den de de anlaşıldığı üzere örneklerin aw değeri kızartma sıcaklığı, süresi ve MTO bağlı olarak değişmiştir. Buna göre aw için oluşturulan kuadratik model için p değeri 0.05 ten küçük olan modelde; sıcaklık ve MTO terimleri %0.1 hata seviyesinde önemli bulunurken, sıcaklık-MTO interaksiyonu ise istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) ve diğer terimler önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin aw değerleri Çizelge 4.20. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere aw değerleri 0.089 ila 0.507 aralığında değişim göstermiş ve en düşük aw değeri 165 °C'de 115 saniye (sn) kızartılan %46.82 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek aw değeri ise 165 °C'de 6 sn %30 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.15. de su aktivitesinin MTO, kızartma sıcaklığı ve süresine göre belirlenen üç boyutlu grafikleri incelendiğinde bu faktörlerin etkisi açık bir şekilde görülmektedir. Ancak bu etki, aw değerinin kızartılmış cips örneklerinde uygulanan sıcaklık ve MTO artışa bağlı olarak azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel olarak çok yüksek düzeyde anlamlı olduğu (p<0.001), kızartma süresinin artışı ise Çizelge 4.24. incelendiğinde su aktivitesini arttırdığı ancak bu artış %5 hata seviyesinde anlam ifade etmediğinden kızartma süresinin su aktivitesi üzerine etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Kızartılmış cips örneklerinin aw değerlerinin üç boyutlu gösterimleri

Bayat ekmek unu ile zenginleştirilmiş buğday cipsi örneklerinin aw değerleri 0.06 ile 0.16 aralığında değişim göstermiş ve bayat ekmek unu miktarının hamur formülasyonunda artması aw değerlerini arttırmıştır. Yüksek kurumadde ve düşük nem seviyesinden dolayı buğday ve mısır cipslerinin su aktivitesi değerleri düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Örneklerin su aktivitesi değerlerinin düşük çıkması derin yağda kızartma işlemi esnasında örneklerin nem içeriklerin azalması ile açıklanabilir. (Yüksel, 2014). Konopacka ve ark. (2002), elma cipsleri üzerine yaptıkları bir araştırmada örneklerin nem içeriklerin artması ile su aktivitelerinin de arttığını bulmuşlardır (Konopacka ve ark., 2002). Sulaeman ve ark. (2003), havuç cipslerinde yaptıkları bir çalışmada örneklerin su aktivitesi (aw) değerlerinin 0,40-0,44 aralığında değiştiğini bulmuşlardır. Ananas cipsi üzerine yapılan başka bir çalışmada vakumla kızartılan örneklerdeki su aktivitesi (aw) sıcaklık arttıkça 33'den 0,25'e azalmıştır (Perez-Tinoco ve ark., 2008).

Literatürdeki benzer çalışmalara bakıldığında kızartılmış mantar cipslerinin su aktivitesi değerlerinin bazı çalışmalara yakın, tüm dizaynların ortalamasının ise diğer çalışmalardan oldukça düşük olduğu belirlenmiştir.

Kızartılmış patates cipslerinin su aktivitesinin 0.4'ün üzerine çıkması ile çıtırılık azalmaktadır (Miranda ve Aguilere, 2006).

Su aktivitesi gıdalarda kolaylıkla ölçülebilen bir fizikokimyasal özellik olup, nemden farklı olarak gıda kalitesinde, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kararlılığı belirlemekte olup kısacası ürünün raf ömrünü belirlemede önemli bir kalite kriteridir.

Gıdalar nem içerikleri açısından yüksek (a_w 0.90-1.00) orta (a_w 0.60-0.90) ve düşük nemli (<0.60) olarak gruplandırılmaktadır (Aguilera ve Arias, 1992; Leistner, 1986). Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde kızartılmış cipsin düşük nemli gıdalar sınıfına girdiğini söyleyebiliriz.

4.3.1.1.5. Yağ miktarı

Kızartılmış cips uygulanmasında uygulanan sıcaklık-süre ve aynı zamanda hamur formülasyonuna katılacak MTO, kurumadde miktarı üzerine etkisini gösteren kuadratik modele göre yapılan deneme desenini ortaya koyan polinomiyal modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik model gerçek değerler cinsinden;

$$Y=68.61-0.46X_1-0.03X_2-0.23X_3-5.77E-005X_1X_2-8.42E-003X_1X_3+1.73E-005X_2X_3+1.32E-003X_1^2+2.37E-004X_2^2+3.85E-003X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=18.54-0.89X_1+0.71X_2-1.39X_3-0.056X_1X_2-0.13X_1X_3+0.011X_2X_3+0.30X_1^2+1.00X_2^2+0.39X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Kızartılmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin yağ (%) üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25. de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Kızartılmış cips örneklerinin yağ (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	60.30	9	6.70	8.89 ^b	0.8989
X ₁	10.90	1	10.90	14.47 ^b	
X ₂	4.55	1	4.55	6.04 ^c	
X ₃	26.48	1	26.48	35.15 ^a	
X ₁ X ₂	0.025	1	0.025	0.034	
X ₁ X ₃	0.13	1	0.13	0.17	
X ₂ X ₃	1.01E-003	1	1.01E-003	1.34E-003	
X ₁ ²	1.21	1	1.21	1.60	
X ₂ ²	8.42	1	8.42	11.18 ^b	
X ₃ ²	2.04	1	2.04	2.70	
Kalıntı	6.78	9	0.75		
Uyum Eksikliği	3.37	4	0.84	1.24	
Saf Hata	3.41	5	0.68		
Toplam	67.09	18			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

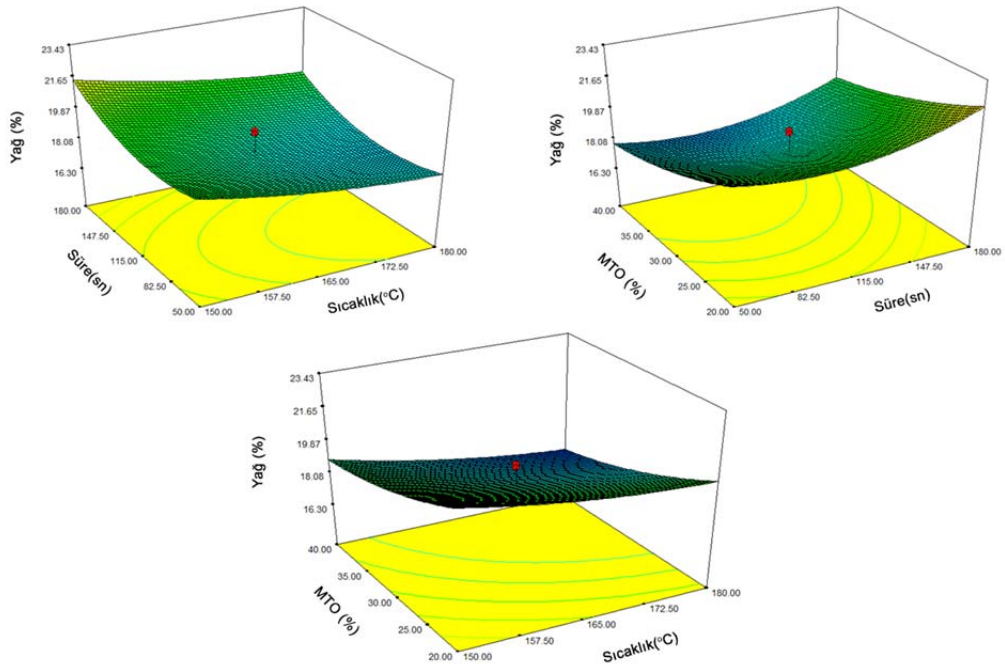
Çizelge 4.25. den de anlaşıldığı üzere örneklerin yağ içerikleri uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde kızartma sıcaklığı (p<0.01), kızartma süresi (p<0.05), MTO ise (p<0.001) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Kızartılmış cipsin yağ miktarının belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.4020 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips örneklerinin yağ miktarının belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin yağ (%) değerleri Çizelge 4.20. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere yağ miktarı değerleri %15.5 ile %23.43 aralığında değişim göstermiş ve en düşük yağ miktarı, 165 °C'de 6

saniye (sn) kıvartılan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek yağ miktarı ise 150 °C’de 180 sn %20 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.16. dan anlaşıldığı üzere kıvartılmış cips örneklerinde yağ miktarı, sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık ve MTO artması yağ miktarını düşürmüştür, sürenin artması ise yağ miktarını arttırmıştır. Ancak bu artma ve azalma etkisi aynı şekilde olmamıştır. Verilen üç boyutlu gösterimler yapılan istatistiksel analizleri destekler niteliktedir.



Şekil 4.16. Kıvartılmış cips örneklerinin % yağ miktarlarının üç boyutlu gösterimi

Gıdalar kızgın yağa daldırıldığında ürünün sıcaklığı çok hızlı bir şekilde yükselmekte bu sayede üründeki nem buharlaşmakta, üründe hücresel porlar oluşmakta ve kıvartmada kullanılan yağ, bu boşluklardan içeri emilmektedir. Kıvartma sıcaklığına bağlı olarak kıvartmanın ilk 20–30 saniyesinden sonra gıdadaki nem kaybının azalmasına paralel olarak yağ emilimi de azalmaktadır. Bu mekanizmaya göre kıvartma sıcaklığı yükseldikçe yağ emilim miktarı düşmektedir (Mellema, 2003).

Lezzet bileşikleri ilave edilmiş mısır cipslerinde örneklerin kurumadde içeriklerinin yüksek oluşunun kızartma esnasında buharlaşan suyun yerine yağın alması neden olmuştur. Cipslerde nem içeriği ile yağ absorblama kapasitesi arasında da bir ilişki olduğunu ve yapıdaki suyun uzaklaşarak yerine yağ geldiğini ve ürünlerin yağ içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir (Rababah ve ark., 2012).

Farklı hammaddelerden yapılmış kızartılmış ürünlerde kızartma sıcaklığı arttıkça yağ emiliminin azaldığı bilinmektedir. Pedreschi ve Moyano (2005); 120, 150 ve 180°C’de kızarttıkları patates cipslerinin yağ emilimlerini incelemişler ve en düşük yağ emiliminin 180°C’de kızartılan örneklerde olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Saguy (1998), düşük kızartma sıcaklığı ve uzun kızartma süresinin, kızartılmış patates ürünlerinin son yağ içeriklerinin yükselmesine yol açtığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalar; yağ emilimi ile kızartma süresinin karekökü arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır. Buna göre kızartma süresi arttıkça yağ emilimi de artmaktadır (Gamble, 1987). Kozempel (1991) yağ emilimi ile kızartma süresi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

Cankurtaran (2012) tarafından yapılan buğday cipsi çalışmasında kızartma sıcaklığı arttıkça yağ emiliminin azaldığı tespit edilmiştir. Örneğin; 180°C’ de kızartılan örneklerin ortalama yağ içeriği %29.86 iken 190°C’de kızartılan buğday cipsi örneklerinin %27.63 olarak bulunmuştur. Aynı zamanda eşit kızartma sıcaklığında farklı sürelerde kızartılan buğday cipsi örneklerinin yağ miktarları incelendiğinde, kızartma süresinin artmasıyla yağ emiliminin de arttığı tespit edilmiştir. Örneğin 180°C’de 30 saniye kızarttığımız cips örneklerimizde yağ miktarı %26.51 iken, 50 saniye kızartılan örnekte %27.46’ye ve 70 saniye kızartılarda ise %29.86’ya çıktığı tespit edilmiştir.

Yanıt yüzey yöntemine göre bayat ekmek unu ile zenginleştirilmiş buğday cipsi örneklerinde bayat ekmek ilavesinin örneklerin yağ içeriklerinin azalmasında önemli katkısı olduğunu göstermektedir ($p<0,01$). Örneklerin yağ değerleri %21.48 ile %34.02 aralığında değişim göstermiş ve en düşük yağ içeriği %25 bayat ekmek

unu katkılı 190°C’de 60 sn süreyle kızartılan örneklerde olduğu belirlenmiştir (Yüksel, 2014).

Türk Standartları Enstitüsü’nün patates ve mısır cipsleri için belirlediği Yağ miktarı kütleye en çok %40 olmalıdır (Anonim, 1993; Talburt ve Smith, 1986).

Piyasada ticari olarak sıklıkla satılan Doritos, Lays ve Ruffles gibi cipslerin yağ miktarları sırasıyla 25, 31 ve 33 (%) olarak tespit edilmiştir (Baltacıoğlu, 2012).

Literatür verileri, piyasa çalışması ve Türk Standartları Enstitüsü standardizasyon çalışmaları dikkate alındığında, çalışmadan elde edilen yağ sonuçları düşük çıkmıştır ki bu durum, mantarın düşük yağ içeriğine sahip olması yanında esas etkili olarak lifli yapısının sağlamış olduğu suyu yüksek oranda absorblama yeteneğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü gıdaların yağ emme mekanizması gıdadaki serbest suyun yağ ile yer değiştirmesi ile gerçekleşir. Mantarın sahip olduğu lifler serbest suyu kendine bağladığından yağ molekülleri ile yer değiştirecek serbest su miktarı azaldığından son ürün olan cipste bu sebepten ötürü yağ miktarının düşük çıktığı düşünülmektedir. Yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen deneme noktalarına göre hazırlanan cipslerin içermiş olduğu yağ miktarını MTO ilavesinin önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. İlave edilen MTO arttıkça son ürünlerdeki yağ miktarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Cips üretiminde cipsin yağ içeriği çok önemlidir. Çünkü yağ, kızartma işleminde üretim maliyetini etkileyen pahalı bir hammaddedir. Ayrıca cipslerin yağ içerikleri bilinçli tüketiciler tarafından dikkate alınmaktadır. Mısır ve patates cipslerinde yağ oranı %25 – 40 arasında değişmektedir. Kızartmada kullanılan yağ cipsin aroması ve stabilitesi üzerine etki eder. Cipsin kızarma esnasında absorbe ettiği yağ miktarı; ürünün aroma, tekstür ve görünümünü etkiler (Uzun, 2002).

Mantar cipsi yapımının çıkış noktası fonksiyonel ürün eldesi olduğundan, mantarın sahip olduğu fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal özelliklerinden yararlanmak bu ürünü oluşturmada elzem öğelerdir. Aynı zamanda ürünü

fonksiyonel hale getirmede hammaddenin sahip olmuş olduğu özellikler etkili olmakla birlikte, işleme şeklide önemlidir. Mantar cipslerinin benzer cips ve atıştırılabilir ürünlere göre daha az yağ içermesi ürünümüzü bu kulvarda bir adım daha öne geçirdiğini düşünmekteyiz.

4.3.1.2. Tekstürel özellikler

Sertlik, gıdaların yapısal bütünlüğünde belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Duyusal olarak, azı dişleri arasında gıdanın sıkıştırılması için gereken güç olarak tanımlanmaktadır. Cipslerin tekstürel özellikleri, pişirme koşulları ve hava hücrelerinin oluşumu ile pişirme sırasında oluşan çatlaklara bağlı olup, bu parametreler cipslerin gevrekliğinde önemli rol oynar (Kilcast, 2004).

Tekstür gıdanın önemli kalite kriterlerinden biri olup tüketici kabul edilebilirliğini önemli derecede etkilemektedir. Gıdanın tekstürü; sertlik, yumuşaklık, çiğnenebilirlik, kumluluk, unluluk, yapışkanlık, sululuk, yağlılık vb. gibi duyusal karakteristiklerinden bir veya daha fazlasının toplamından oluşmaktadır. Cips ürünlerinde tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde yaygın olarak sertlik parametresi kullanıldığı için çalışma kapsamında sertlik parametresi verilmiştir. Ancak enstrümental analizler kısmında objektif olarak değerlendirilen sertlik, subjektif olarak belirlenen duyusal skorlardan gevreklik ile ilişkilendirilerek açıklanmıştır.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin sertlik değerleri Çizelge 4.26. da gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere sertlik değerleri 14.78 ile %34.83 aralığında değişim göstermiş ve en düşük sertlik değeri, 165 °C’de 224 sn kızartılan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek sertlik değeri ise 165°C’de 6 sn %30 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Kızartılmış cips örneklerine ait sertlik değerleri

Deneme Noktası	Kızartma Sıcaklığı (°C)	Kızartma Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)	Sertlik değeri (kg)
1	150	50	20	19.90±1.43 ^{lg}
2	180	50	20	17.12±0.52 ^{hij}
3	150	180	20	17.95±0.14 ^{gh}
4	180	180	20	16.05±0.51 ^{jk}
5	150	50	40	27.36±1.22 ^{bc}
6	180	50	40	27.16±0.01 ^c
7	150	180	40	24.06±0.52 ^d
8	180	180	40	21.61±0.92 ^{ef}
9	139.77	115	30	26.50±0.65 ^c
10	190.23	115	30	18.19±0.91 ^{gh}
11	165	5.68	30	34.83±1.80 ^a
12	165	224.32	30	14.78±1.02 ^k
13	165	115	13.18	15.06±0.95 ^k
14	165	115	46.82	29.20±0.61 ^b
15	165	115	30	15.60±1.03 ^k
16	165	115	30	21.74±1.63 ^{ef}
17	165	115	30	20.02±0.21 ^{efg}
18	165	115	30	19.78±1.10 ^{fg}
19	165	115	30	22.06±0.08 ^e
20	165	115	30	19.24±0.33 ^g

a-k Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

RSM’de yapılan dizayna göre cips hamuru formülasyonuna ilave edilen mantar tozu, uygulanan kızartma sıcaklığı ve kızartma süresinin kızartılmış cips örneklerinin sertlik (kg) değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27. de verilmiştir. Uygulanan faktörlerin örneklerinin sertlik (kg) değeri üzerine etkisini belirten kuadratik modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden sırasıyla aşağıdaki şekildedir;

$$Y=162.28-1.66X_1+0.07X_2-0.34X_3-1.76E-004X_1X_2+1.70E-003X_1X_3-1.21E-003X_2X_3+4.63E-003X_1^2-1.31E-004X_2^2+9.66E-003X_3^2$$

$$Y=19.72-1.56X_1-1.62X_2+3.88X_3-0.17X_1X_2+0.25X_1X_3-0.73X_2X_3+1.04X_1^2-0.56X_2^2+0.97X_3^2$$

Çizelge 4.27. den de anlaşıldığı üzere örneklerin sertlik değeri uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde MTO (p<0.001), kızartma sıcaklığı ve süresi istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05), diğer terimler ise önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.27. Kızartılmış cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

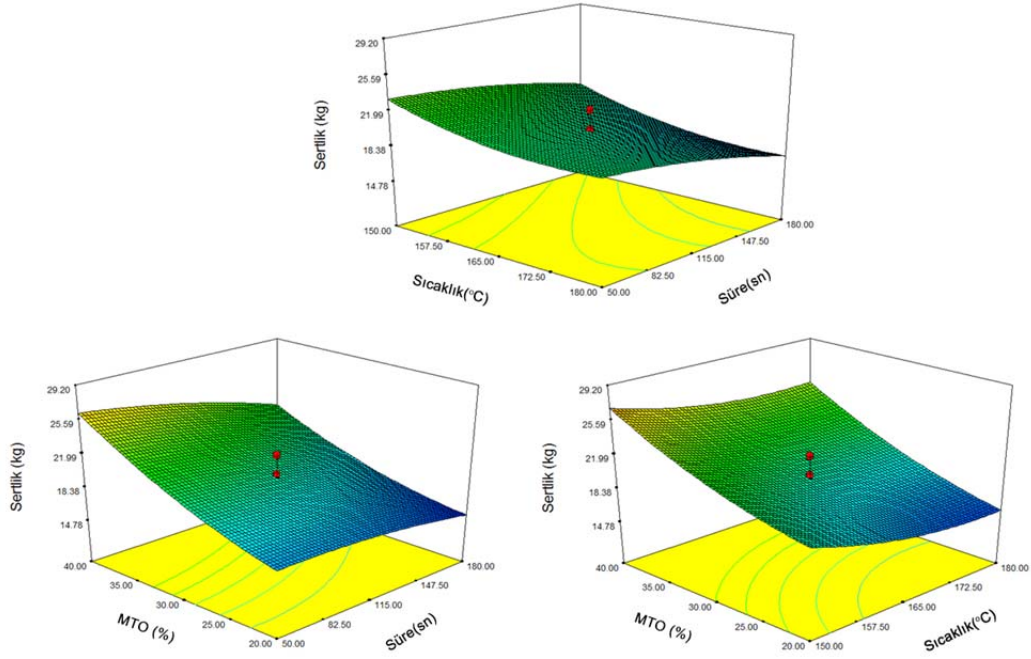
	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	313.76	9	34.86	8.15 ^b	0.8907
X ₁	33.24	1	33.24	7.77 ^c	
X ₂	23.45	1	23.45	5.48 ^c	
X ₃	205.30	1	205.30	47.98 ^a	
X ₁ X ₂	0.23	1	0.23	0.055	
X ₁ X ₃	0.52	1	0.52	0.12	
X ₂ X ₃	4.25	1	4.25	0.99	
X ₁ ²	14.88	1	14.88	3.48	
X ₂ ²	2.60	1	2.60	0.61	
X ₃ ²	12.79	1	12.79	2.99	
Kalıntı	38.51	9	4.28		
Uyum Eksikliği	11.61	4	2.92	0.54	
Saf Hata	26.85	5	5.37		
Toplam	352.27	18			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Cipslerin tekstürel özelliklerden kırma kuvveti (sertlik) arttıkça duyu analizden daha az puan aldıkları belirlenmiştir. Kızartılmış cipsin sertlik değerleri ile duyu değerlendirmedeki gevreklik değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı -0,885 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre bu iki değer arasında negatif bir ilişki olduğu biri artarken diğ erinin azaldığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Kızartılmış cipsin sertlik değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.7132 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips örneklerinin sertlik değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Şekil 4.17.den de anlaşıldığı üzere kızartılmış cips örneklerinde sertlik değerleri sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık ve sürenin artması sertlik değerleri düşürmüş, MTO'nun artması ise sertlik değerlerini arttırmıştır.



Şekil 4.17. Kızartılmış cips örneklerinin sertlik değerlerinin üç boyutlu gösterimi

Ancak bu artma ve azalma etkisi aynı şekilde olmamıştır. MTO'nun etkisi ($p < 0.001$), kızartma sıcaklığı ve süresi ($p < 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde etkilemiştir. Verilen üç boyutlu gösterimler yapılan istatistiksel analizleri destekler niteliktedir.

Baltacıoğlu (2012) tarafından yapılan piyasa çalışmasında, Ruffles ve Lays cipsleri için sertlik değerlerini ölçümlerinde sırasıyla 400 ve 500 gforce değerlerini elde etmiştir. Kızartılmış mantar cipsi piyasadaki cipslerle kıyaslandığında ortalama sertlik değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Buğday unu ile soya unununun karışımı ile hazırlanan çerez gıdanın tekstürel özellikleri incelendiğinde soya unu arttıkça sertliğin arttığı belirlenmiştir (Senthil ve ark., 2002). Tortilla cipslerinde bir çalışmada kızartma sırasında üründe oluşan hava boşluklarının ve çatlakların ürünlerin tekstürel özellikleri açısından önemli olduğu belirlenmiş ve ayrıca kızartma sıcaklığının ve süresinin de ürünün tekstürel özelliklerini etkilediği bulunmuştur (Kayacier ve Singh, 2003). Farklı baklagil unları (fasulye, bezelye ve izole edilmiş soya unları) ile zenginleştirilmiş ekstrüde mısır cipsinin tekstürel özelliklerin incelendiği bir başka çalışmada baklagil unların

oranların artması ile ürünlerin TPA (tekstür profillerin incelendiği) analiz verileri de azalmıştır. Bu azalmanın sebebi olarak baklagil unlarının çatlaklara yol açarak daha yumuşak cipse neden olması ve daha kolay kırılması gösterilmiştir (Rababah ve ark., 2012). Karabuğday ununun buğday ununa belirli oranlarda katılımıyla olan çalışmada, tekstürel özellikler bakımından aynı kızartma sıcaklık ve süresinde kızartılan örneklerde karabuğday unu miktarının artışına bağlı olarak uygulanan kuvvet miktarlarında belirgin bir artış gözlenirken kızartma sıcaklığı arttıkça uygulanan kuvvet miktarı azalmıştır (Taşkırđı, 2011).

Genel olarak sertlik değerlerinin etkili olduğu bileşenler; ürünün kuru maddesine, nişasta içeriğine, nişastanın granül boyutuna, özgül ağırlığına ve alkolde çözünmeyen katı madde miktarıdır (Krokida ve ark., 2001). Buğday cipsine arpa unu katkılı kızartılmış cipslerin sertlik değerleri arpa unu ilavesi ile artmış ve bu artışın sebebi olarak arpa ununun içerdiği β -glukan gösterilmiştir (Yüksel ve ark., 2015).

Kızartma sıcaklığının artmasıyla cipslerde yağ emilimi azalmış ve cipslerin sertlikleri de azalmıştır (Kita, 2007).

Cips ürünlerinde gevreklik müşterilerin ürünü tercih etmesinde önemli bir parametredir. Tüketiciler cipsleri lezzet ile birlikte çiğnerken çıkarttığı çıtırtı nedeniyle tercih etmektedir. Kızartma işlemi ile hazırlanan cipslerin yapısında bulunan su buharlaşırken yerini yağ almakta aynı zamanda ürünün yapısında por ve çatlaklar meydana gelerek kırılabilirlik artmakta ve ürün tüketicilerin arzu ettiği gevrekliğe ulaşmaktadır.

4.3.1.3. Biyokimyasal analizler

Kızartılmış cips örneklerinde biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde toplam fenolik madde miktarları (TFMM) ve antioksidan aktivitesine bakılmıştır. Kızartılmış cips örneklerine ait toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100g), antioksidan kapasitesi (antiradikal aktivite, %ARA) EC_{50} değeri hesaplanarak elde edilmiştir.

Yanıt yüzey yöntemine göre oluşturulan dizayna özgü deneme noktaları çalışılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.28. de verilmiş olup, EC₅₀ ve TFMM değerlerine ait varyans analiz çizelgeleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Çizelge 4.28. Kızartılmış cips örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçları

Deneme Noktası	Kızartma Sıcaklığı (°C)	Kızartma Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)	EC ₅₀ (görnek/gDPPH)	TFMM (mgGAE/100görnek)
1	150	50	20	305.02±1.53 ^g	64.57±1.27 ^k
2	180	50	20	380.42±1.58 ^b	53.10±1.05 ^{mn}
3	150	180	20	355.32±0.40 ^c	57.80±1.13 ^l
4	180	180	20	430.65±2.39 ^a	43.31±1.13 ^o
5	150	50	40	210.12±0.76 ^o	108.79±0.34 ^b
6	180	50	40	265.85±2.36 ^h	95.75±1.91 ^d
7	150	180	40	205.17±1.95 ^o	99.01±1.24 ^c
8	180	180	40	320.67±0.57 ^f	81.81±0.91 ^e
9	139.77	115	30	157.98±0.79 ^s	75.33±0.21 ^g
10	190.23	115	30	253.02±2.05 ^l	54.56±0.95 ^m
11	165	5.68	30	328.10±0.96 ^e	43.18±0.91 ^o
12	165	224.32	30	330.50±1.16 ^e	50.64±1.88 ⁿ
13	165	115	13.18	350.00±1.43 ^d	52.80±1.09 ^{mn}
14	165	115	46.82	195.60±0.83 ^p	118.85±1.13 ^a
15	165	115	30	224.27±0.55 ^m	71.79±0.65 ^{hij}
16	165	115	30	230.97±0.55 ^l	78.33±2.06 ^f
17	165	115	30	214.27±0.04 ⁿ	72.97±1.22 ^{ghi}
18	165	115	30	234.27±0.40 ^k	74.00±0.01 ^{gh}
19	165	115	30	241.67±1.90 ^j	70.23±0.51 ^j
20	165	115	30	191.25±0.68 ^r	71.35±1.58 ^{ij}

a-r Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.3.1.3.1. Antioksidan aktivite

Antioksidan aktivite testi, DPPH serbest radikali indirgeme aktivitesine EC₅₀ değeri üzerinden hesaplanmıştır.

RSM'de belirlenen dizayna göre kızartılan cips örneklerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde kullanılacak kuadratik modele ait eşitlik, gerçek ve kodlanmış değerler açısından sırasıyla aşağıdaki şekildedir;

$$Y=750.90-1.58X_1-3.27X_2-22.35X_3+7.65E-003X_1X_2+0.02E-003X_1X_3-9.74E-003X_2X_3+7.67E-003X_1^2+0.01X_2^2+0.25X_3^2$$

$$Y=221.59+35.28X_1+11.31X_2-53.40X_3+7.46X_1X_2+0.56X_1X_3-6.33X_2X_3+1.73X_1^2+45.50X_2^2+25.52X_3^2$$

Kızzartılmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin DPPH serbest radikalini indirgeme aktivitesi üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29. da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Kızzartılmış cips örneklerinin EC₅₀ değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	95076.97	9	10564.11	12.31 ^a	0.9172
X ₁	16997.84	1	16997.84	19.81 ^b	
X ₂	1746.19	1	1746.19	2.04	
X ₃	38942.57	1	38942.57	45.39 ^a	
X ₁ X ₂	445.66	1	445.66	0.52	
X ₁ X ₃	52.33	1	52.33	0.061	
X ₂ X ₃	320.68	1	320.68	0.37	
X ₁ ²	42.95	1	42.95	0.050	
X ₂ ²	29828.97	1	29828.97	34.76	
X ₃ ²	9385.39	1	9385.39	10.94 ^b	
Kalıntı	8580.43	10	858.04		
Uyum Eksikliği	6955.48	5	1391.10	4.28	
Saf Hata	1624.94	5	324.99		
Toplam	1.037E+003	19			

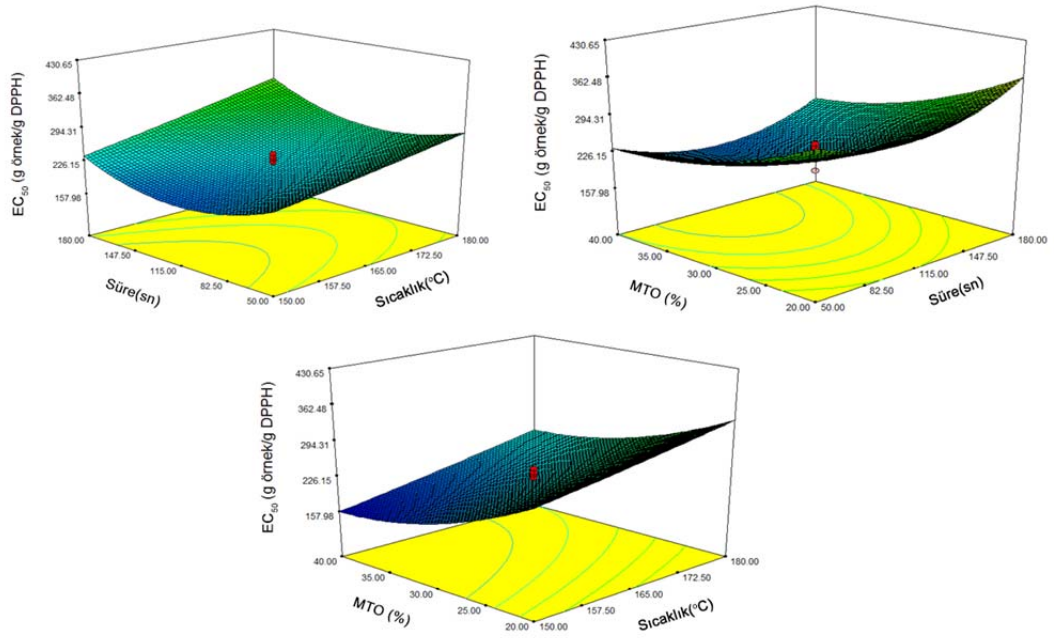
^ap<0.001, ^bp<0.01, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Kuadratik modele ait determinasyon katsayısı R²=0.9172 ve adj-R²=0.8427 olarak belirlenmiştir. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisinde. Determinasyon katsayısının yüksek olması ve adj-R² değeri ile arasındaki farkın 0.2'den küçük olması (0.0745) bu regresyon modelinin kızzartılmış cipslerin antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

İstatistiksel analiz neticesinde hamur formülasyona katılan MTO, regresyon modeli (p<0.001) ve sıcaklık (p<0.01) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kızzartma süresi ise önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Yanıt yüzey yöntemine göre kızzartılmış mantar cipsi örneklerinin EC₅₀ değeri minimum olarak 157.980 g örnek/g DPPH, maksimum olarak ise 430.650 g örnek/g

DPPH aralığında değişim göstermiş, ortalama EC_{50} 271.258 g örnek/g DPPH olarak belirlenmiştir. En yüksek EC_{50} değeri 180°C’de 180 sn süreyle kızartılan %20 MTO örneklerde tespit edilirken, en düşük EC_{50} değeri ise 140 °C’de 115sn süreyle kızartılan %30 MTO katkılı örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.28.). Üç boyutlu grafiksel gösterimlerden de anlaşıldığı üzere kızartma sıcaklığının artmasının örneklerin EC_{50} değerini arttırdığı, MTO’nun artmasının ise EC_{50} değerini azalttığı gözlemlenmiştir. EC_{50} değerinin artması antioksidan aktivitenin azaldığını göstermektedir. Yani sıcaklığın azalması ve MTO’nun artması antioksidan aktivitenin artmasını sağlamaktadır (Şekil 4.18.).



Şekil 4.18. Kızartılmış cipsin EC_{50} değerinin üç boyutlu gösterimleri

Vakum altında kızartılmış patates cipslerinin, geleneksel yöntemle kızartılmış patates cipslerine oranla %60 düzeyinde daha fazla biyoaktif bileşen içerdiği belirlenmiştir (Da Silva ve Moreira, 2008). Çünkü yüksek sıcaklık uygulaması polifenol bileşiklerin azalmasına neden olacağı düşünülmektedir (Jiménez ve ark., 2012).

Üretilen kızartılmış cipsin EC₅₀ değeri sonuçlarını hammaddesi olan optimize edilmiş mantar tozuyla karşılaştırdığımızda ortalama EC₅₀ değerinin yakın olduğunu görmekteyiz. Kızartılmış cipsin üretimi sırasında belirli oranda mantar tozu kullanılması ve tekrar prosese alınıp yüksek sıcaklıklarda işlem görmesinden dolayı bu değerinin normalde azalması gerekmektedir. Elde edilen sonuçların yüksek çıkmasının nedeni olarak hem son üründe kurumadde miktarının artması hem de cips hamuru formülasyonunda mantar haşlama suyunun kullanılmasında suda çözünür fenoliklerin etkisinin olduğu düşünülmektedir.

4.3.1.3.2. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM)

Kızartılmış cipte toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde sonuçlar gallik asit (GAE) eşdeğeri olarak mg GAE/100 g örnek üzerinden verilmiştir. Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cipsin TFMM belirlenmesinde kuadratik model kullanılmış olup bu modele ilişkin eşitlik;

Gerçek değerler üzerinden;

$$Y = -1.88 + 0.84X_1 + 0.55X_2 - 1.21X_3 - 9.20E-004X_1X_2 - 3.57E-003X_1X_3 - 1.38E-003X_2X_3 - 3.24E-003X_1^2 - 1.68E-003X_2^2 + 0.07X_3^2$$

Kodlanmış değerler üzerinden ise;

$$Y = 72.69 - 6.67X_1 - 2.03X_2 + 20.33X_3 - 0.90X_1X_2 - 0.53X_1X_3 - 0.89X_2X_3 - 0.73X_1^2 - 7.11X_2^2 + 6.65X_3^2$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Kızartılmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin TFMM üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30. de verilmiştir.

Çizelge 4.30. Kızartılmış cips örneklerinin TFMM değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	7847.52	9	871.95	15.92 ^a	0.9348
X ₁	608.11	1	608.11	11.11 ^b	
X ₂	56.32	1	56.32	1.03	
X ₃	5645.25	1	5645.25	103.10 ^a	
X ₁ X ₂	6.44	1	6.44	0.12	
X ₁ X ₃	2.29	1	2.29	0.042	
X ₂ X ₃	6.41	1	6.41	0.12	
X ₁ ²	7.68	1	7.68	0.14	
X ₂ ²	727.76	1	727.76	13.29	
X ₃ ²	637.73	1	637.73	11.65 ^b	
Kalıntı	547.57	10	54.76	2.34	
Uyum Eksikliği	100.898	5	20.18		
Saf Hata	43.08	5	8.62		
Toplam	8395.09	19			

^ap<0.001, ^bp<0.01, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

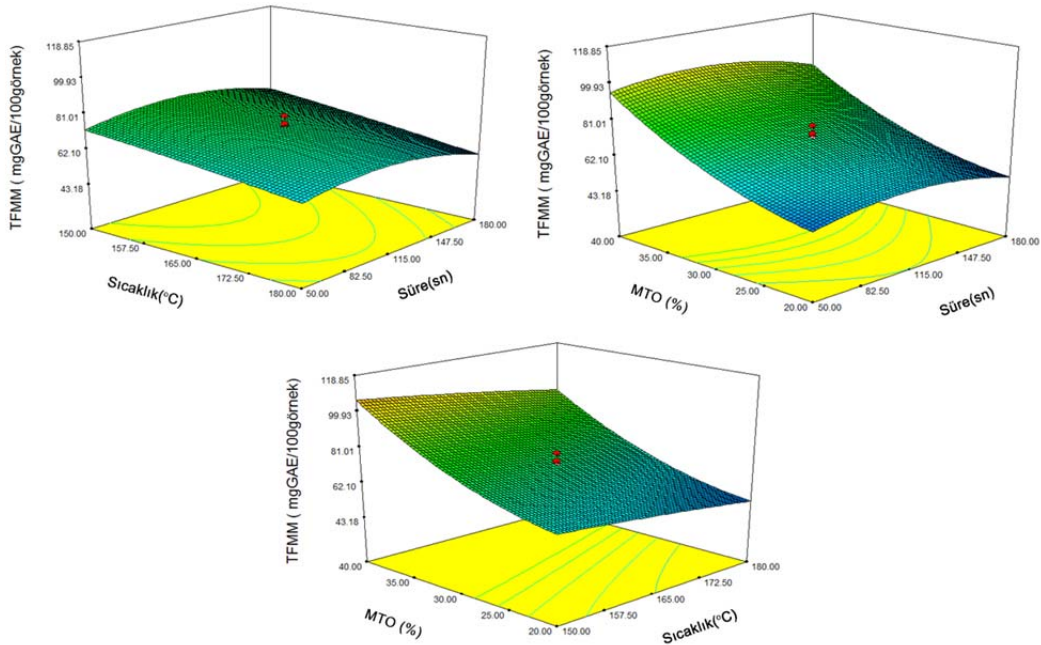
Buna göre regresyon modeline ait determinasyon katsayısı R²=0.9348 ve adj-R²=0.8761 olarak belirlenmiştir. Modele ait determinasyon katsayısının yüksek olması ve adj-R² değeri ile arasındaki farkın 0.2'den küçük olması (0.0587) bu regresyon modelinin kızartılmış cipslerin TFMM belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

İstatistiksel analiz neticesinde hamur formülasyona katılan MTO, kuadratik model (p<0.001) bulunurken, sıcaklık (p<0.01) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kızartma süresi ise istatistiksel manada önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Yanıt yüzey yöntemine göre kurutulmuş mantar tozu örneklerinin TFMM minimum olarak 43.18 mg GAE/100görnek, maksimum olarak ise 118.85 mg GAE/100görnek aralığında değişim göstermiş, ortalama 71.879 mg GAE/100görnek olarak belirlenmiştir. En düşük TFMM 165°C'de 6 sn süreyle kızartılan %30 MTO katkılı örneklerde tespit edilirken, en yüksek TFMM ise 165°C'de 115 sn süreyle kurutulan %46.82 MTO katkılı örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.28).

Mantarlar yüksek miktarda fenolik bileşiklere sahip olup aynı zamanda içermiş olduğu fenolik maddelerin antioksidan aktiviteleri ile arasında bir korelasyonun var olduğu belirlenmiştir (Sarıkürkçü ve ark., 2004). Elde edilen TFMM sonuçlarının

antioksidan aktivite sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmektedir. Kızartılmış cips örneklerinin biyokimyasal analiz (TFMM ve EC₅₀) sonuçlarına bakıldığında sıcaklık artışının, örneklerin TFMM düşürdüğü, EC₅₀ değerinin ise yükselttiği yani antioksidan aktivitesinin düşmesine neden olduğu görülmektedir. Cips hamuru formülasyonunda ilave edilen MTO'nun da artışına bağlı olarak son ürün olan cipslerin TFMM arttırmakta, EC₅₀ değerini ise düşürmekte yani antioksidan aktiviteyi arttırmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda mantar fenolikleriyle antioksidanlar arasındaki ilişkiyi destekler niteliktedir. Üç boyutlu grafiksel gösterimlerde (Şekil 4.19.) yukarıdaki yaklaşımı desteklemektedir.



Şekil 4.19. Kızartılmış cipsin TFMM değerinin üç boyutlu gösterimleri

Üretilen kızartılmış cipsin TFMM sonuçlarını hammaddesi olan optimize edilmiş mantar tozuyla karşılaştırdığımızda ortalama TFMM değerinin yakın olduğunu görmekteyiz. Kızartılmış cipsin üretimi sırasında belirli oranda mantar tozu kullanılması ve tekrar prosese alınıp yüksek sıcaklıklarda işlem görmesinden dolayı bu değerinin normalde azalması gerekmektedir. Elde edilen sonuçların yüksek çıkmasının nedeni olarak hem son üründe kurumadde miktarının artması hem de cips hamuru formülasyonunda mantar haşlama suyunun kullanılmasında suda çözünür fenoliklerin etkisi olduğu düşünülmektedir.

Üzüm posası tozu (ÜPT) katkılı cips örneklerinde toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi çalışmasında hammadde olan ÜPT'nin 470,09 mg GAE/g değer ile fenolik bileşiklerce oldukça zengin bir madde olduğu bir kez daha ortaya koyulmuştur. Cips örneklerinde tespit edilen fenolik madde miktarı 4,66 ile 41,21 mg GAE/g arasında değişmektedir. Farklı ÜPT oranlarının cips örneklerinde fenolik madde miktarını ilave edilen miktara bağlı olarak arttırdığı ve uygulanan ekstrüzyon sıcaklığı artışının fenolik madde miktarı üzerinde azaltıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Güler, 2011). Kızartılmış cips üretiminde de benzer sonuçlar elde edilmiş olup ancak son üründe fenolik madde kayıpları daha az olmuştur.

4.3.1.4. Renk değerleri

Örneklerin renk ölçümleri L*; siyahtan (0) beyaza (100) kadar örneğin açıklık-koyuluk, a*; yeşil-kırmızı, b*; sarı mavi renk değerleri dikkate alınarak ölçülmüştür. Yanıt yüzey yöntemine göre oluşturulan dizayna özgü deneme noktaları çalışılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.31. de verilmiş olup renk değerlerine ait L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz çizelgeleri ve bulgular ayrı ayrı ele alınmıştır. Ancak renk değerlerine ait literatür bulguları ile tartışma-sonuç kısmı ise b* değerinin sonunda toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.31. Kızartılmış cips örneklerine ait renk değerleri

Deneme Noktası	Kızartma Sıcaklığı (°C)	Kızartma Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)	L*	a*	b*
1	150	50	20	58.23±1.12 ^a	5.87±0.01 ^f	17.22±1.39 ^a
2	180	50	20	49.70±1.00 ^{bc}	7.35±0.13 ^{cde}	13.53±1.19 ^{bc}
3	150	180	20	47.43±0.61 ^{cd}	6.69±0.42 ^e	14.30±0.42 ^b
4	180	180	20	41.85±2.46 ^g	7.96±0.58 ^{abc}	11.08±0.07 ^{defg}
5	150	50	40	51.44±1.73 ^b	7.39±0.20 ^{cde}	11.32±0.10 ^{defg}
6	180	50	40	43.16±2.42 ^{fg}	7.91±0.01 ^{bc}	10.63±0.91 ^{efg}
7	150	180	40	47.67±0.49 ^{cd}	7.78±0.04 ^{bc}	10.25±0.75 ^{fg}
8	180	180	40	39.02±0.04 ^h	8.38±0.03 ^{ab}	9.75±0.35 ^g
9	139.77	115	30	51.29±0.10 ^b	6.84±0.01 ^{de}	11.13±1.05 ^{defg}
10	190.23	115	30	41.85±1.30 ^g	8.75±1.15 ^a	10.20±1.91 ^{fg}
11	165	5.68	30	51.74±0.35 ^b	4.20±0.21 ^g	10.68±0.01 ^{efg}
12	165	224.32	30	44.49±0.55 ^{efg}	7.66±0.04 ^{bcd}	12.84±0.17 ^{bcd}
13	165	115	13.18	48.50±0.16 ^{cd}	7.95±0.21 ^{abc}	18.95±0.57 ^a
14	165	115	46.82	38.90±0.61 ^h	7.75±0.30 ^{bc}	14.15±1.78 ^b
15	165	115	30	47.73±2.01 ^{cd}	8.29±0.06 ^{abc}	13.83±0.41 ^{bc}
16	165	115	30	47.53±1.75 ^{cd}	8.55±0.00 ^{ab}	13.55±0.78 ^{bc}
17	165	115	30	46.13±0.03 ^{de}	7.96±0.04 ^{abc}	12.02±0.78 ^{def}
18	165	115	30	47.45±0.92 ^{cd}	8.16±0.34 ^{abc}	13.42±0.48 ^{bc}
19	165	115	30	45.73±0.04 ^{def}	7.65±0.28 ^{bcd}	12.51±0.48 ^{bcde}
20	165	115	30	47.21±0.52 ^{cd}	8.35±0.86 ^{ab}	13.50±0.20 ^{bc}

a-g Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.3.1.4.1. L* değeri

Kızartılış cips üretiminde uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre elde edilen mantar tozu örneklerinin L* (parlaklık) değeri üzerine etkisini belirten model kuadratik olarak belirlenmiştir.

Kuadratik model ise gerçek değerler cinsinden;

$$Y=107.31-0.37X_1-0.20X_2+0.45X_3+3.31E-004X_1X_2-2.35E-003X_1X_3+2.06E-003X_2X_3+5.41E-004X_1^2+1.58E-004X_2^2-8.93E-003X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=46.92-3.44X_1-2.84X_2-2.35X_3+0.32X_1X_2-0.35X_1X_3+1.34X_2X_3+0.12X_1^2+0.67X_2^2-0.89X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Kızartılmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin L^* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32. de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Kızartılmış cips örneklerinin L^* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R^2
Model	382.82	9	42.54	20.78 ^a	0.9493
X_1	161.17	1	161.17	78.76 ^a	
X_2	109.97	1	10.97	53.73 ^a	
X_3	75.31	1	75.31	36.80 ^a	
X_1X_2	0.83	1	0.83	0.41	
X_1X_3	1.00	1	1.00	0.49	
X_2X_3	14.43	1	14.43	7.05 ^c	
X_1^2	0.21	1	0.21	0.10	
X_2^2	6.43	1	6.43	3.14	
X_3^2	11.49	1	11.49	5.62 ^c	
Kalıntı	20.46	10	2.05		
Uyum Eksikliği	17.04	5	3.41	4.98	
Saf Hata	3.42	5	0.68		
Toplam	403.29	19			

^a $p < 0.001$, ^b $p < 0.05$, X_1 : Sıcaklık, X_2 : Süre, X_3 : Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

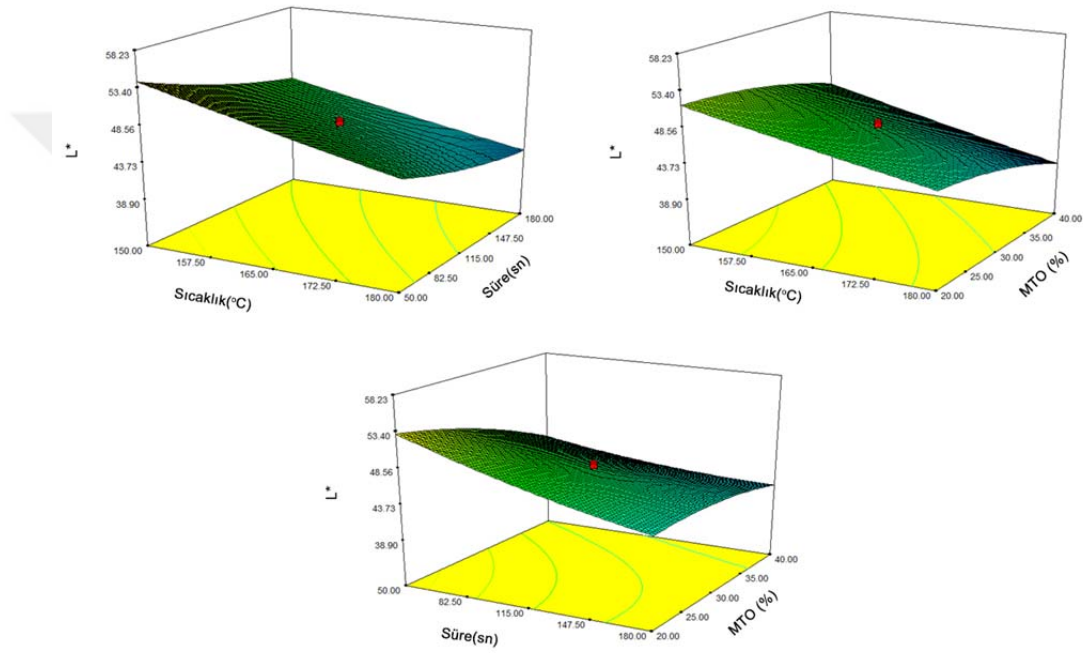
Çizelge 4.32. den de anlaşıldığı üzere örneklerin L^* değeri uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO'na bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde kızartma sıcaklığı, süresi ve MTO istatistiksel olarak anlamlı olarak tespit edilmiştir ($p < 0.001$).

Kızartılmış cipsin L^* değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.0514 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips örneklerinin L^* değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin L^* değerleri Çizelge 4.31. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere L^* değeri 38.9 ile 58.23 aralığında değişim göstermiş ve en düşük L^* değeri, 165 °C'de 115 sn kızartılan

%46.82 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek L* değeri ise 150 °C'de 50 sn %20 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.20. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere kızartılmış cips örneklerinde L* değeri, sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık, süre ve MTO'nun artması L* değerini düşürmüştür. Varyans analizi de üç boyutlu gösterimleri destekler niteliktedir.



Şekil 4.20. Kızartılmış cips örneklerinin L* değerinin üç boyutlu gösterimi

4.3.1.4.2. a* değeri

Kızartılış cips üretiminde uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre elde edilen mantar tozu örneklerinin a* (kırmızılık) değeri üzerine etkisini belirten kuadratik modele ait gerçek ve kodlanmış denklemler aşağıda verilmiştir.

RSM'de belirlenen model gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -8.16 + 0.52X_1 + 0.31X_2 + 0.24X_3 - 0.02X_1X_2 - 0.2X_1X_3 - 0.07X_2X_3 - 0.15X_1^2 - 0.41X_2^2 - 0.13X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y = 46.92 - 3.44X_1 - 2.84X_2 - 2.35X_3 + 0.32X_1X_2 - 0.35X_1X_3 + 1.34X_2X_3 + 0.12X_1^2 + 0.67X_2^2 - 0.89X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Kızartılmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin a* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33. de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Kızartılmış cips örneklerinin a* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	7.35	9	0.82	5.05 ^b	0.8347
X ₁	3.67	1	3.67	22.71 ^a	
X ₂	0.88	1	0.88	5.47 ^b	
X ₃	0.78	1	0.78	4.79	
X ₁ X ₂	2.11E-003	1	2.11E-003	0.013	
X ₁ X ₃	0.33	1	0.33	2.05	
X ₂ X ₃	0.041	1	0.041	0.25	
X ₁ ²	0.33	1	0.33	2.01	
X ₂ ²	1.42	1	1.42	8.79 ^b	
X ₃ ²	0.25	1	0.25	1.54	
Kalıntı	1.46	9	0.16		
Uyum Eksikliği	0.95	4	0.24	2.35	
Saf Hata	0.51	5	0.10		
Toplam	8.80	18			

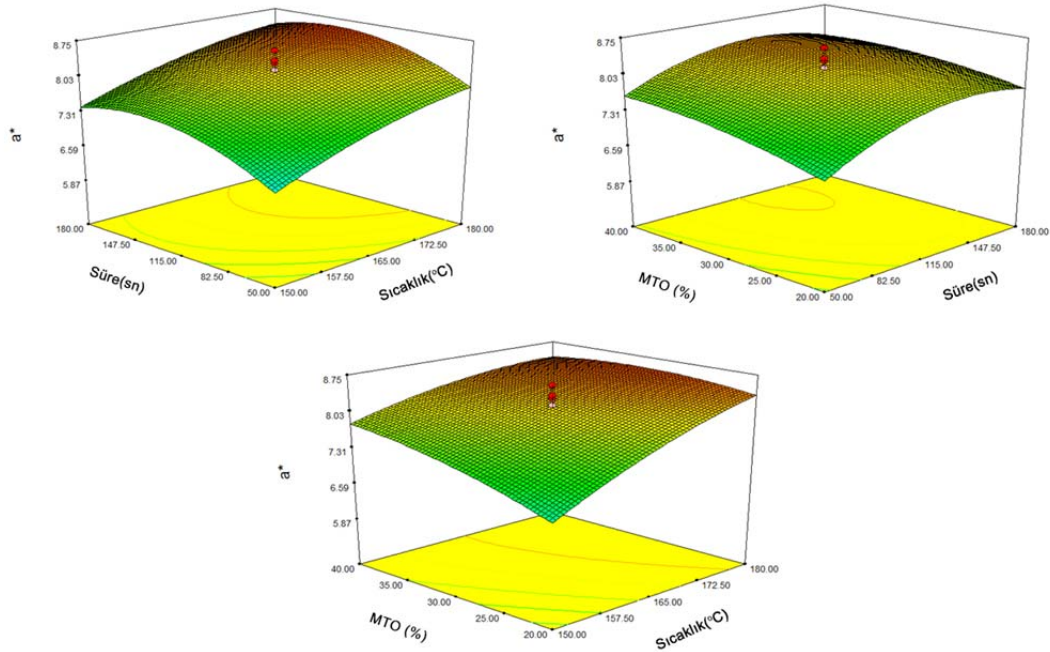
^ap<0.01, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.33. de görüldüğü üzere örneklerin a* değeri uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde kızartma sıcaklığı (p<0.01) ve süre (p<0.05)'ye bağlı değişimi istatistiksel olarak önemli çıkmıştır.

Kızartılmış cipsin a^* değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.1868 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips örneklerinin a^* değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin a^* değerleri Çizelge 4.31. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere a^* değeri 4.20 ile 8.75 aralığında değişim göstermiş ve en düşük a^* değeri, 165 °C’de 6 sn kızartılan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek a^* değeri ise 190 °C’de 115 sn %30 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.21. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere kızartılmış cips örneklerinde a^* değeri, sıcaklık ve süreye bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık, süre ve MTO’nun artması a^* değerini arttırmıştır.



Şekil 4.21. Kızartılmış cips örneklerinin a^* değerinin üç boyutlu gösterimi

4.3.1.4.3. b* değeri

Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla RSM’de çoklu yönlü regresyon analizleri yapılmış olup b* değerine uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin b* değeri tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır ($R^2=0.8836$ ve $adj-R^2=0.7772$).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -75.01 + 1.46X_1 - 0.03X_2 - 1.59X_3 + 8.46E-005X_1X_2 + 4.77E-003X_1X_3 + 6.57E-004X_2X_3 - 5.04E-003X_1^2 - 5.67E-005X_2^2 + 9.47E-006X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y = 13.18 - 0.71X_1 - 0.62X_2 - 1.63X_3 + 0.0083X_1X_2 + 0.72X_1X_3 + 0.43X_2X_3 - 1.13X_1^2 - 0.24X_2^2 + 0.95X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Çizelge 4.34. den anlaşıldığı üzere örneklerin b* değeri uygulama sıcaklığı ve MTO’ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde kızartma sıcaklığı ($p < 0.05$), MTO ise ($p < 0.001$) istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Çizelge 4.34. Kızartılmış cips örneklerinin b* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

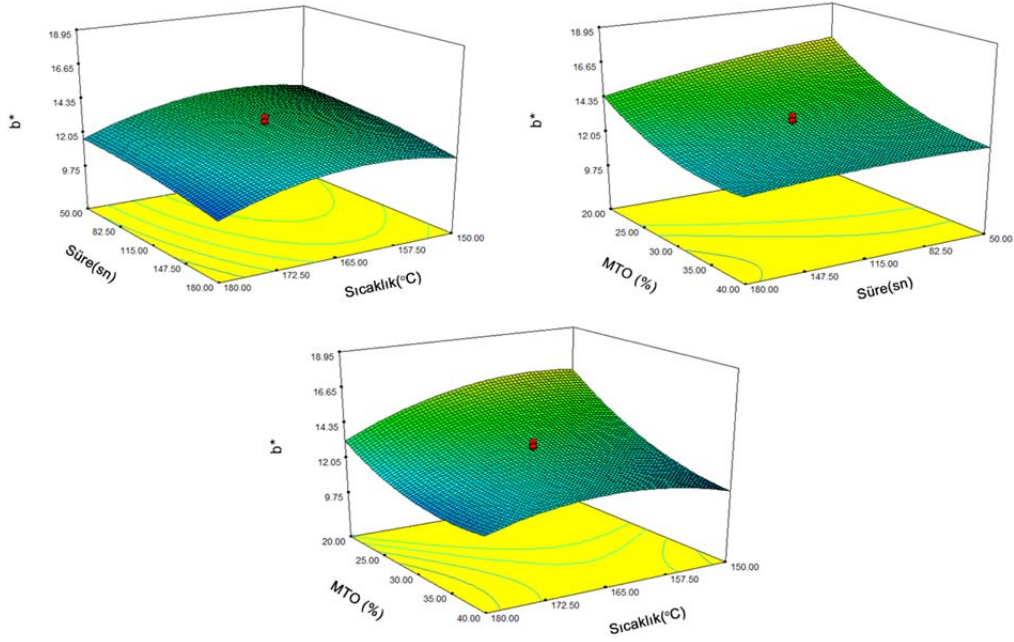
	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	89.13	9	9.90	7.98 ^b	0.8886
X ₁	6.83	1	6.83	5.50 ^c	
X ₂	3.47	1	3.47	2.80	
X ₃	36.26	1	36.26	29.21 ^a	
X ₁ X ₂	0.054	1	0.054	0.044	
X ₁ X ₃	4.09	1	4.09	3.29	
X ₂ X ₃	1.46	1	1.46	1.18	
X ₁ ²	17.63	1	17.63	14.20 ^b	
X ₂ ²	0.48	1	0.48	0.39	
X ₃ ²	12.29	1	12.29	9.90 ^c	
Kalıntı	11.17	9	1.24		
Uyum Eksikliği	8.67	4	2.17	4.33	
Saf Hata	2.50	5	0.50		
Toplam	100.30	18			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Kızartılmış cipsin b* değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.0699 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips örneklerinin b* değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin b* değerleri Çizelge 4.31. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere b* değeri 9.75 ila 18.95 aralığında değişim göstermiş ve en düşük b* değeri, 180°C’de 180 sn kızartılan %40 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek b* değeri ise 165°C’de 115 sn %13.18 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.22. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere kızartılmış cips örneklerinde b* değeri, sıcaklık ve MTO bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık ve MTO’nun artması b* değerini azaltmıştır. Süre ise istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.



Şekil 4.22. Kızartılmış cips örneklerinin b* değerinin üç boyutlu gösterimi

Renk cipslerin tüketici tarafından tercih edilmesini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Tüketiciler kızartılmış cipslerde arzu ettikleri altın sarısı rengi görmek isterler. Cipslerin kızartılması için uygulanan işlem parametreleri, katılan katkı maddeleri ve formülasyon ürünün rengini etkileyen başlıca faktörlerdir.

Çalışmamız kapsamında üretilen mantar cipsi formülasyonunda buğday unu kullanıldığı için literatür karşılaştırmalarında daha fazla buğday unu ve buğday unu katkılı cips çalışmaları üzerinde durulmuştur.

Cankurtaran (2012) tarafından yapılan buğday cipsi çalışmasında elde edilen veriler 160 °C’de kızartılan örneklerin ortalama L*, a* ve b* renk değerleri sırasıyla 66.10, 4.17, 26.47 olarak, 170 °C’de kızartılan örneklerin ise 68.85, 4.93, 26.22 olarak bulunmuştur. 180 °C’de kızartılan örneklerin renk değerleri incelendiğinde L* değeri 70.49, a* değeri 4.31 ve b* değeri 26.67’dir. 190 °C’de kızartılan örneklerin L*, a* ve b* değerleri sırası ile 63.87, 3.59 ve 23.25 olarak bulunmuştur. Kızartma sıcaklığının ve kızartma süresinin örneklerin L*, a* ve b* renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Buğday cipsi çalışmasında sonuçlar yorumlandığında aynı kızartma süresinde kızartılan örneklerde kızartma

sıcaklığının artışı ile L* degerinde belirgin bir azalma gerçekleşmiştir. Örneklerin a* değeri kızartma süresi ile istatistiksel olarak önemli miktarda ($p<0.05$) artmaktadır. Örneğin 160 °C’de kızartılan örneklerde a*değeri 120 saniyede 2.68 iken 180 saniyede 3.31 ve 300 saniyede 6.52 olarak tespit edilmiştir.

Yanıt yüzey yöntemine göre bayat ekmek unu ile zenginleştirilmiş buğday cipsi örneklerinde bayat ekmek ilavesinin örneklerin L* değerini azalttığı ve bayat ekmek unu ilavesinin kızartma sıcaklığı ve süresi ile birlikte değerlendirildiğinde de son örnekteki L* değerleri azalmaktadır (Yüksel, 2014). Çalışma kapsamında da L* değerine ait veriler benzer değişimler göstermiştir. Aynı zamanda örneklere katılan bayat ekmek unu, kızartma sıcaklığı ve süresi arttıkça beklenildiği gibi cipslerin kırmızılık değerinde bir artış olmuştur ki bu da mantar cipsi a* değeri sonuçlarını destekler niteliktedir. Veriler incelendiğinde, mantar cipsi üretiminde sıcaklık ve süre paramerelerinin etkisi, Cankurtaran (2012) tarafından yapılan çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak buğday cipsi çalışmasında b* değeri kızartma süresine bağlı olarak artmaktadır. Ancak mantar cipsi çalışmasında süre istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır ($p>0.05$). Yüksel (2014) bayat ekmek unu katkılı cips örneğinde, sıcaklık ve süre artışına bağlı olarak kırmızılık değerinde bir artış tespit etmiştir ki benzer sonuçlar çalışmamızdan da elde edilmiştir.

Mantar tozuna ait renk değerleri incelendiğinde kızartılmış mantar cipslerinde mantar tozu renk değerlerine göre L* değeri azalmış, a* ve b* değerleri ise artmıştır. L* değerinin azalması önceki çalışmalarla da desteklenmektedir (Yüksel, 2014). a* değerinin artması ise buğday ununun kızarması sonucunda görülen kızarmış rengidir ki zaten Cankurtaran (2012) tarafından çalışılan buğday cipslerinin a* ve b* değeri, mantar tozundan daha yüksektir. Kızartılmış cipslere bakıldığında mantar tozu ilavesi b* değerini düşürmüştür.

4.3.1.5. Duyusal analizler

Panelistlere örnekleri renk, tat ve gevreklik özellikleri açısından 7 ölçekli hedonik tip skala ile değerlendirmeleri istenmiştir. Daha sonra bu 3 özelliğe ait

puanın aritmetik ortalaması alınarak genel kabul edilebilirlik (Genel beğeni) hesaplanmıştır. RSM’de yalnız genel kabul edilebilirlik puanına göre varyans analizleri ve üç boyutlu gösterimler verilmiş olup, renk, tat ve gevreklik skorları Çizelge 4.35. de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Kızartılmış cips öneklerine ait duyusal analiz skorları

Deneme Noktası	Kızartma Sıcaklığı (°C)	Kızartma Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)	Renk	Gevreklik	Tat/Koku	Genel beğeni
1	150	50	20	5.35±0.06 ^{bc}	5.20±0.14 ^{abc}	5.50±0.07 ^{cd}	5.35±0.14 ^{bcd}
2	180	50	20	5.90±0.11 ^{ab}	6.50±0.41 ^a	5.90±0.07 ^{bcd}	6.10±0.30 ^{ab}
3	150	180	20	5.80±0.08 ^{ab}	6.00±0.03 ^{ab}	6.50±0.14 ^b	6.10±0.91 ^{ab}
4	180	180	20	4.85±0.59 ^{lg}	6.15±0.14 ^a	6.67±0.37 ^b	5.89±0.13 ^{abc}
5	150	50	40	4.50±0.01 ^{etg}	3.10±0.16 ^{etg}	4.40±1.15 ^{lg}	4.00±0.21 ^{et}
6	180	50	40	4.15±0.07 ^g	4.85±0.03 ^{abcde}	3.45±0.14 ^{hg}	4.15±0.14 ^{et}
7	150	180	40	4.05±0.20 ^g	4.25±0.42 ^{bcdet}	4.30±0.25 ^{lg}	4.20±0.95 ^{et}
8	180	180	40	3.95±0.06 ^g	5.15±0.11 ^{abc}	5.15±0.25 ^{det}	4.75±0.62 ^{de}
9	139.77	115	30	5.20±0.16 ^{bcdet}	2.50±0.13 ^{lg}	2.95±0.24 ^h	3.55±0.07 ^l
10	190.23	115	30	5.13±0.28 ^{bcdet}	6.09±0.69 ^{ab}	5.13±0.00 ^{det}	5.45±0.06 ^{bcd}
11	165	5.68	30	4.10±0.11 ^g	1.50±0.49 ^g	1.90±0.10 ^l	2.50±0.27 ^g
12	165	224.32	30	5.25±0.42 ^{bcdde}	6.05±0.28 ^{ab}	6.25±0.14 ^{bc}	5.85±0.01 ^{abc}
13	165	115	13.18	6.10±0.48 ^a	6.17±0.14 ^a	6.66±0.93 ^b	6.31±0.18 ^a
14	165	115	46.82	3.04±0.08 ^h	3.18±0.18 ^{detg}	4.28±0.11 ^{lg}	3.50±0.23 ^l
15	165	115	30	5.16±0.86 ^{bcdet}	5.06±3.18 ^{det}	5.17±0.52 ^{det}	5.13±0.13 ^{cd}
16	165	115	30	4.98±0.04 ^{cdet}	5.17±0.25 ^{abc}	5.36±0.38 ^{cde}	5.17±0.25 ^{cd}
17	165	115	30	5.19±0.08 ^{bcdet}	4.95±0.14 ^{abcd}	5.76±0.16 ^{bcd}	5.30±0.18 ^{bcd}
18	165	115	30	4.54±0.64 ^{detg}	5.25±0.21 ^{abc}	5.36±0.27 ^{cde}	5.05±0.10 ^{cd}
19	165	115	30	5.31±0.03 ^{bcd}	4.97±0.14 ^{abcd}	5.77±0.40 ^{bcd}	5.35±0.08 ^{bcd}
20	165	115	30	4.56±0.07 ^{detg}	4.12±0.20 ^{cdet}	7.76±0.44 ^a	5.48±0.10 ^{abcd}

a-g Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Genel beğeni için RSM’de regresyon analizleri yapılmış olup, uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin genel kabul edilebilirlik için seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır (R²=0.9683 ve adj-R²=0.9275).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -25.59 + 0.38X_1 + 0.04X_2 - 0.31X_3 - 3.14E-004X_1X_2 + 1.71E-004X_1X_3 + 4.14E-004X_2X_3 - 1.11E-003X_1^2 + 2.23E-005X_2^2 - 1.99E-003X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=5.24+0.46X_1+0.39X_2-1.01X_3-0.31X_1X_2+0.26X_1X_3+0.27X_2X_3-0.25X_1^2+9.43E-003X_2^2-0.20X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Çizelge 4.36. dan da anlaşıldığı üzere örneklerin genel beğeni skoru uygulamaya sıcaklığı, süresi ve MTO bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde kızartma sıcaklığı ve MTO çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.001$), kızartma süresi yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.01$), Sıcaklık, süre ve MTO interaksiyonları ise istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.36. Kızartılmış cips örneklerinin genel beğeni üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

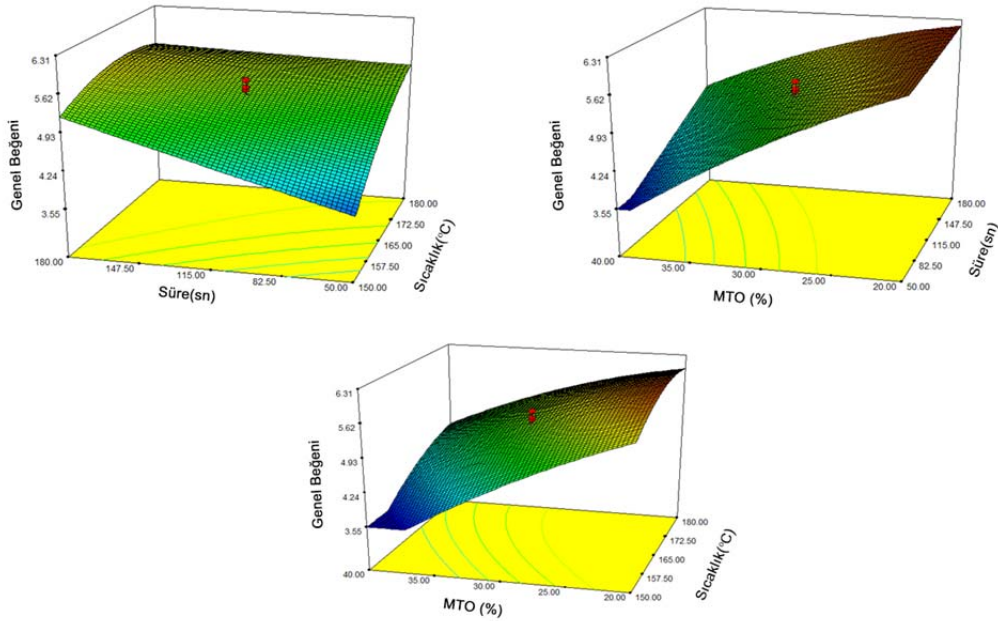
	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	8.68	9	0.96	23.73 ^a	0.9683
X ₁	2.08	1	2.08	51.11 ^a	
X ₂	0.76	1	0.76	18.78 ^b	
X ₃	5.20	1	5.20	127.79 ^a	
X ₁ X ₂	0.44	1	0.44	10.87 ^c	
X ₁ X ₃	0.31	1	0.31	7.62 ^c	
X ₂ X ₃	0.34	1	0.34	8.38 ^c	
X ₁ ²	0.83	1	0.83	20.48 ^c	
X ₂ ²	5.63E-004	1	5.63E-004	0.014	
X ₃ ²	0.25	1	0.25	6.19 ^c	
Kalıntı	0.28	7	0.041		
Uyum Eksikliği	0.16	2	0.079	3.14	
Saf Hata	0.13	5	0.025		
Toplam	8.97	16			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Kızartılmış cipsin genel beğeni skoru belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.1308 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips örneklerinin genel beğeni skorunun belirlenmesinde model olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin genel beğeni skoru Çizelge 4.35. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere genel beğeni skoru 2.50 ile 6.31 aralığında değişim göstermiş ve en düşük genel beğeni skoru, 180 °C’de 180 sn kızartılan %40 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek beğeni skoru ise 165 °C’de 115 sn %13.18 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.23. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere kızartılmış cips örneklerinde genel beğeni skoru sıcaklık, süre ve MTO’na bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık ve sürenin artması genel beğeni arttırırken MTO’nun artması ise genel beğeni azaltmıştır.



Şekil 4.23. Kızartılmış cips örneklerinin genel beğenin üç boyutlu gösterimi

Duyusal özelliklerin değerlendirilmesinde literatürde benzer formülasyon olmamasından dolayı diğer araştırma sonuçları ile mukayese etmek mümkün olmamıştır.

4.3.1.6. Kızartma cipsinin optimizasyonu

Cipslerin fizikokimyasal, tekstürel, biyokimyasal ve duyu özellikleri belirlendikten sonra Desing Expert (Versiyon:7.0, StatEase, ABD) yazılımı

kullanılarak kızartılmış cips için optimizasyonun kriterleri, bağımsız değişkenlerden kızartma sıcaklığı ve süresi deneme dizaynları sonuçları bulunan değerler aralığında, MTO maksimum amaçla en yüksek (5) önemlilikte girilmiştir. Bağımlı değişkenlerden TFMM, protein, genel beğeni maksimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, EC₅₀, yağ ve su aktivitesi minimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, kuru madde, kül, L*, a*, b* değerleri ve sertlik ise analizlenen tüm deneme dizaynları sonuçları için bulunan değerler aralığında olarak belirlenmiştir. Programa girilen bilgiler ışığında depolama için üretilecek örnek belirlenmiştir (Çizelge 4.37.).

Çizelge 4.37. Kızartılmış cipsin optimizasyon normları

İsim	Kriter	Minimum limit	Maksimum limit	Önemlilik
Sıcaklık (°C)	Aralığında	150	180	5
Süre (sn)	Aralığında	50	180	3
MTO (%)	Maksimum	20	40	5
EC ₅₀ (g örnek/gDPPH)	Minimum	157.98	430.65	5
TFMM(mgGAE/100görnek)	Maksimum	43.18	115.85	5
Genel beğeni	Maksimum	3.55	6.31	5
Kül (%)	Aralığında	1.51	3.49	3
Protein (%)	Maksimum	11.45	16.58	5
Yağ (%)	Minimum	16.30	23.43	5
TKMM (%)*	Aralığında	97.14	99.86	3
Su aktivitesi	Minimum	0.089	0.198	5
L*	Aralığında	38.90	58.23	3
a*	Aralığında	5.87	8.75	3
b*	Aralığında	9.75	18.95	3
Sertlik (kg)	Aralığında	14.78	29.20	5

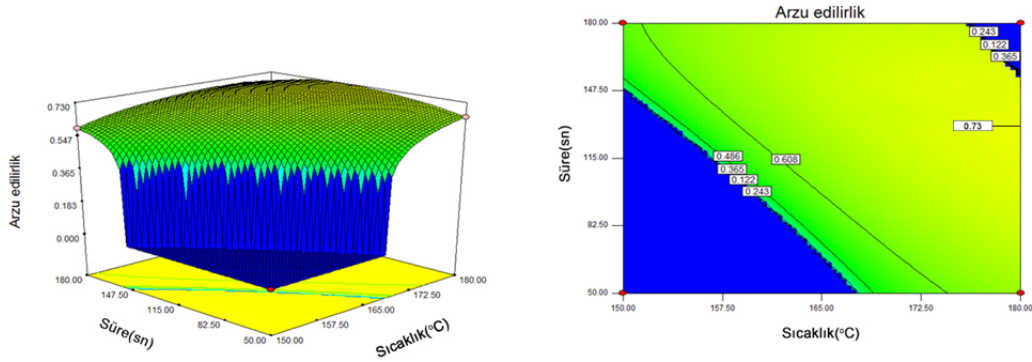
* Toplam kurumadde miktarı

Optimizasyon kriterlerinin bu şekilde belirlenmesindeki amaç; mantarın sahip fizikokimyasal özelliklerden protein, yağ ve su aktivitesi, biyokimyasal özelliklerden de antioksidan aktivite ve TFMM, duyuşal özelliklerden de genel beğeni dikkate alınmıştır. Ayrıca bağımsız değişkenlerden MTO oranı dikkate alınmıştır. Bu yanıtlara göre optimize edilmesindeki amaç mantarların yayarışlılık özelliklerinin belirlenmesinde protein, antioksidan aktivite ve TFMM üzerinde durulmasıdır. Literatür çalışmaları da bunu destekler niteliktedir (Gücin, 1994; Breene, 1990; Cohen ve ark., 2002). Su aktivitesinin önemszenmesinde ki amaç ise raf ömrünün dikkate alınması, MTO ise tez çalışmasının amacı olduğundan ve elde edilecek son ürüne fonksiyonel özellik katacağı düşünöldüğünden dolayı dikkate alınmıştır.

Ayrıca kızartılmış cipsin tüketici tarafından tercih edilmesi için tüm yarıyıllıkların da ötesinde öncelikli olarak duyuşal olarak geçerli not alabilmesine ve büyük bir kesim tarafından da yağ oranının düşük olmasına bağlıdır.

Kızartılmış cips örneklerinde MTO'nun artması antioksidan aktivitesi, fenolik madde içeriğini ve protein değerini artırırken, duyuşal analizde daha az puan aldığı tespit edilmiştir. Tüm bu değerler sisteme girildiğinde 180 °C'de 130.30 sn, %40 MTO katkılı olarak hazırlanan cips örnekleri istenilen kriterler ışığında optimum norm olarak belirlenmiştir. Optimum koşullardaki kabul edilebilirlik "desirability fonksiyonu" değeri 0.729 olarak 5 farklı nokta belirlenmiş olup kızartılmış cips için depolanmada 1. sonuç dikkate alınarak üretim yapılmıştır (Ek-1). Ancak kızartma süresi olan 130.30 sn teknik olarak uygulanamayacağından süre 130 sn olarak işlem yapılmıştır. Üretilen cips örneği modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmiş ve 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün boyunca 25 °C'de depolanarak fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyuşal analizler yapılmıştır.

Kızartılmış cipsin optmizasyonunun üç boyutlu gösterim Şekil 4.24. de verilmiştir.



Şekil 4.24. Kızartılmış cipsin optmizasyonunun üç boyutlu gösterimleri

Buğday cipsi üzerine yapılan bir çalışmada optimum kızartma sıcaklığı ve süresinin 180 °C ve 50 sn olduğu belirlenmiştir (Yüksel ve ark., 2014). Yine buğday cipsi üzerine yapılan başka bir çalışmada duyuşal veriler baz alınarak en uygun kızartma sıcaklık ve süresinin 170 °C ve 40 sn olarak belirlenmiştir (Kayacier ve ark., 2014). Çalışma sonucunda elde edilen optimizasyon normlarının literatürdeki benzer çalışmaların kızartma sıcaklıkları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak

sürenin daha uzun olduğu görölmektedir. Sürenin uzun olması mantar cipsinde istenilen nem seviyesi ve duyuşal özelliklerinin kabul edilebilir olması için gerekli görölmüştür.



4.3.2. Fırınlanmış istiridye mantarı tozu katkılı cips üretimi

Yanıt yüzey yöntemi deneme dizaynına göre oluşturulmuş fırınlanmış istiridye mantarı tozu katkılı cips örnekleri ait fizikokimyasal özellikler, yine aynı paket programda oluşturulan deneme modellerine göre ayrı ayrı irdelenmiştir. İncelenen mantar türü tek olduğundan bundan sonraki açıklamalarda “fırınlanmış istiridye mantarı tozu katkılı cips” yerine fırınlanmış cips ifadesi, “mantar tozu oranı” yerinde MTO kısaltması kullanılacaktır.

4.3.2.1. Fizikokimyasal analizler

Fırınlanmış cips üretiminde paket programın verdiği deneme noktalarına göre üretimler yapılmış olup örneklere ait bazı fizikokimyasal özellikler Çizelge 4.38. de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Fırınlanmış cips örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları

Deneme Noktası	Piştirme Sıcaklığı (°C)	Piştirme Süresi (Sn)	Mantar Oranı (%)	Kurumadde (%)	Kül* (%)	Protein* (%)	aw
1	150	240	20	95.90±0.31 ^{bc}	1.61±0.18 ^{lgh}	12.16±0.81 ^g	0.89±0.01 ^a
2	180	240	20	96.85±0.57 ^{abc}	1.84±0.10 ^{efg}	14.75±0.04 ^{def}	0.69±0.06 ^{bc}
3	150	360	20	96.21±0.31 ^{abc}	1.81±0.13 ^{efg}	13.12±0.33 ^{fg}	0.77±0.03 ^b
4	180	360	20	98.32±1.10 ^{ab}	2.56±0.10 ^{bc}	14.93±0.24 ^{def}	0.51±0.06 ^{fg}
5	150	240	40	97.98±0.69 ^{abc}	2.25±0.07 ^{cd}	14.45±0.65 ^{ef}	0.48±0.00 ^g
6	180	240	40	98.15±1.27 ^{abc}	2.37±0.10 ^c	15.85±2.22 ^{cde}	0.15±0.03 ⁱ
7	150	360	40	98.75±0.55 ^a	2.87±0.11 ^{ab}	15.70±0.78 ^{cde}	0.37±0.03 ^g
8	180	360	40	98.41±0.51 ^{ab}	3.04±0.18 ^a	16.50±0.91 ^{bcd}	0.11±0.01 ⁱ
9	139.77	300	30	95.75±0.59 ^c	2.25±0.16 ^{cd}	14.75±0.04 ^{def}	0.69±0.00 ^{bc}
10	190.23	300	30	98.75±0.40 ^a	2.71±0.33 ^b	15.65±0.01 ^{de}	0.27±0.01 ^h
11	165	199.09	30	96.48±0.74 ^{abc}	1.57±0.21 ^{gh}	14.73±0.51 ^{def}	0.26±0.01 ^h
12	165	400.91	30	97.46±0.81 ^{abc}	1.96±0.01 ^{de}	17.86±0.89 ^{ab}	0.16±0.01 ⁱ
13	165	300	13.18	96.25±1.34 ^{abc}	1.42±0.03 ^h	13.13±0.48 ^{fg}	0.12±0.03 ⁱ
14	165	300	46.82	98.14±1.32 ^{abc}	2.78±0.04 ^{ab}	18.10±0.58 ^{ab}	0.65±0.06 ^{cd}
15	165	300	30	96.45±1.60 ^{abc}	1.84±0.04 ^{efg}	19.22±0.37 ^a	0.66±0.03 ^{cd}
16	165	300	30	96.75±0.00 ^{abc}	1.75±0.17 ^{efgh}	18.50±0.88 ^a	0.56±0.03 ^{def}
17	165	300	30	96.84±0.45 ^{abc}	1.95±0.25 ^{def}	18.20±0.85 ^{ab}	0.55±0.03 ^{def}
18	165	300	30	95.63±0.68 ^c	1.76±0.08 ^{efg}	18.10±1.10 ^{ab}	0.65±0.06 ^{cd}
19	165	300	30	96.37±1.53 ^{abc}	1.67±0.07 ^{efgh}	17.95±0.82 ^{ab}	0.66±0.16 ^{cd}
20	165	300	30	96.95±1.92 ^{abc}	1.84±0.07 ^{efg}	17.55±0.92 ^{abc}	0.61±0.01 ^{cde}

a-h Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

* % Kurumadde üzerinden hesaplanmıştır

4.3.2.1.1. Kurumadde miktarı

Fırınlanmış cips uygulanmasında uygulanan sıcaklık-süre ve aynı zamanda hamur formülasyonuna katılacak MTO, kurumadde miktarı üzerine etkisini gösteren kuadratik modele göre yapılan deneme desenini ortaya koyan eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin kurumadde tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayılarının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır.

Kurumadde için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayısı (R^2) 0,9098 ve adj- R^2 değeri 0,8197 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisinde. Diğer taraftan adj- R^2 ile pre- R^2 değerleri arasındaki farkın 0,2 değerinden küçük olması Design Expert paket programı tarafından seçilen modelin uygunluğunu göstermektedir.

Gerçek değerler cinsinden;

$$Y=90.19+0.06X_1-9.75X_2-0.01X_3+8.85E-005X_1X_2+1.33E-004X_2X_3-1.077E-004X_1^2-1.58E-005X_2^2+6.94E-004X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=96.50+0.35X_1+0.33X_2+0.67X_3+0.08X_1X_2-0.40X_1X_3-0.09X_2X_3+0.61X_1^2+0.18X_2^2+0.26X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin kurumadde (%) üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39. da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Fırınlanmış cips örneklerinin kurumadde (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	16.66	9	1.85	10.09 ^b	0.9098
X ₁	1.08	1	1.08	5.88 ^c	
X ₂	1.46	1	1.46	7.93 ^c	
X ₃	6.18	1	6.18	33.70 ^a	
X ₁ X ₂	0.053	1	0.053	0.29	
X ₁ X ₃	1.30	1	1.30	7.11 ^c	
X ₂ X ₃	0.070	1	0.070	0.38	
X ₁ ²	3.17	1	3.17	17.26 ^b	
X ₂ ²	0.044	1	0.44	2.40	
X ₃ ²	0.92	1	0.92	5.00	
Kalıntı	1.65	9	0.18		
Uyum Eksikliği	0.49	4	0.12	0.53	
Saf Hata	1.16	5	0.23		
Toplam	18.31	18			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.39. dan anlaşıldığı üzere örneklerin kurumadde içerikleri uygulama sıcaklığı, süresi ve mantar tozu oranına bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde MTO'nun örneklerin kurumadde içerikleri üzerine etkisi (p<0.001), fırın sıcaklığı ve süresinin etkisi (p<0.05) olarak bulunmuştur.

Fırınlanmış cipsin kuru maddesinin belirlenmesinde elde edilen lack of fit değeri 0.7186 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips üretimine model olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış cips örneklerinin kurumadde (%) değerleri Çizelge 4.38. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere kurumadde değerleri %95.75 ile %98.75 aralığında değişim göstermiş ve en düşük kurumadde değeri, 140 °C'de 300 sn fırınlanan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek kurumadde iki farklı uygulamada aynı değerler elde edilmiştir. Bunlardan biri, 190 °C'de 300 sn %30 MTO katkılı örnek, diğeri ise 150 °C'de 360 sn %40 MTO katkılı örnekte tespit edilmiştir.

Literatürde fırınlanmış istiridye mantarı cipsi ile ilgili çalışmaya rastlanılmadığından karşılaştırma imkanı olmamıştır. Ancak bu bölümde diğer hammaddelerden yapılmış ve fırınlama işlemiyle pişirilmiş cips örneklerine yer verilmiştir.

Türk Standartları Enstitüsü'nün patates ve mısır cipsleri için belirlediği rutubet değerleri, patates cipslerinde ağırlıkça en çok %3.5, mısır cipslerinde ise en çok %3.0 olmalıdır (Anonim, 1993; Talburt ve Smith, 1986). Türk Standartları Enstitüsünde mantar cipsi ile ilgili bir standardizasyon olmadığından karşılaştırmada patates ve mısır cipsleri kullanılmış olup, elde edilen fırınlanmış cips örneklerinin ortalama sonuçları yasal sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir.

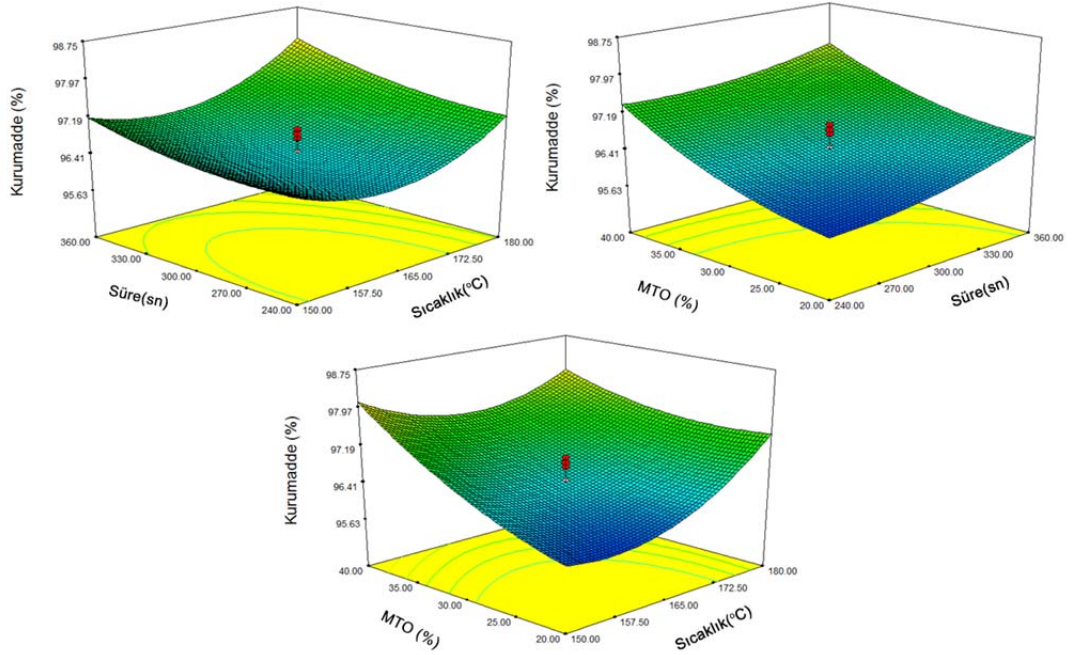
Nath ve Chattopadhyay (2007) patates ve soya karışimli çerez gıdanın fırınlanarak pişirilmesi esnasında kızartma sıcaklığı ve süresinin örneklerin nem içeriklerini önemli derecede etkilediğini bulmuştur. Fırınlanmış cips örneklerinde kurumadde miktarı, sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak artmıştır.

Farklı oranlarda surimi tozu (sis balığı tozu) kullanılarak 200 °C'de 5-6 dak. pişirilen balık cipslerinde nem oranları % değerler açısından kontrol grubunda 7.22, %5 surimi tozunda 6.88, %10 surimi tozunda 6.64, %15 surimi tozunda da 7.81 olarak belirlenmiştir (Duman ve ark., 2012). Fırınlanmış balık cipsleriyle karşılaştırıldığında fırınlamış mantar cipslerinin % nem değerleri daha düşük çıkmıştır.

210 °C'de 4-4.5 ve 5 dak. sürede buğday ununa farklı formülasyonlarda çavdar yulaf unu ve tam buğday unu karışımı uygulanan fırınlanmış cipslerin kurumadde miktarı üzerine etkisine bakıldığı çalışmada örneklerden bazıları arasında istatistiki açıdan fark olduğu tespit edilmişken, bazı örnekler arasında fark görülmemiştir. Aynı zamanda aynı un formülasyonunda fırınlama sürelerinin artışı ile elde edilen veriler arasında bazı örneklerde istatistiki açıdan fark görülürken bazı örneklerde fark görülmemiştir. Elde edilen kurumadde değerleri birbirine çok yakındır (Göncü, 2011).

Fırınlanmış mantar cipsinin kurumadde miktarı, kızartılmış mantar cipsinin kurumadde miktarından daha düşük çıkmıştır. Literatür çalışmalarında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ararot (*Manihot esculenta* Crantz= *Maranta arundinacea*) ve pirinç unu karışımlarından yapılan cips örneklerinde % nem içeriği kızartılmış cips örneklerinde 2.90, fırınlanmış cips örneklerinde ise 6.69 olarak tespit edilmiştir. Bunun sebebinin mikroyapısal görüntülerinden aynı incelikte olan cips örneklerinin piştikten sonra genel olarak kızartılmış cipslerin fırınlanmışlara göre daha ince olmasından kaynaklanmaktadır (Ahza ve ark., 2015). Kızartılmış cipslerde nem oranının az olmasının sebebinin kızartma sırasında su ile yağ moleküllerinin yer değiştirmesinden ve hızlı bir nem kaybının olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Mellema, 2003).

Şekil 4.25. den anlaşıldığı üzere fırınlanmış cips örneklerinde kurumadde miktarı, sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak artmıştır.



Şekil 4.25. Fırınlanmış cips örneklerinin % kurumadde miktarlarının üç boyutlu gösterimi

4.3.2.1.2. Kül miktarı

Fırınlanmış cips uygulanmasında uygulanan sıcaklık-süre ve aynı zamanda hamur formülasyonuna katılacak MTO, kül miktarı üzerine etkisini gösteren kuadratik modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin kül tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayılarının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır.

Kül tayini için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayısı (R^2) 0,9437 ve adj- R^2 değeri 0,8874 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Diğer taraftan adj- R^2 ile pre- R^2 değerleri arasındaki farkın 0,2 değerinden küçük olması Design Expert paket programı tarafından seçilen modelin uygunluğunu göstermektedir.

Gerçek değerler cinsinden;

$$Y=37.60-0.43X_1-0.01X_2+0.03X_3+7.92E-005X_1X_2-5.75E-004X_1X_3+7.71E-005X_1X_3+1.32E-003X_1^2-1.58E+3.95E-006X_2^2+1.33E-003X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=1.80+0.13X_1+0.21X_2+0.37X_3+0.07X_1X_2-0.09X_1X_3+0.05X_2X_3+0.30X_1^2+0.01X_2^2+0.13X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin kül (%) üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40. de verilmiştir.

Çizelge 4.40. Fırınlanmış cips örneklerinin kül (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	4.10	9	0.46	16.76 ^a	0.9437
X ₁	0.15	1	0.15	5.40 ^c	
X ₂	0.60	1	0.60	22.11 ^b	
X ₃	1.83	1	1.83	67.21 ^a	
X ₁ X ₂	0.041	1	0.04	1.49	
X ₁ X ₃	0.060	1	0.06	2.19	
X ₂ X ₃	0.017	1	0.02	0.63	
X ₁ ²	0.75	1	0.75	7.42 ^c	
X ₂ ²	2.78E-003	1	2.78E-003	0.10	
X ₃ ²	0.24	1	0.24	8.87 ^c	
Kalıntı	0.24	9	0.027		
Uyum Eksikliği	0.2	4	0.05	5.31	
Saf Hata	0.05	5	9.34E-003		
Toplam	4.35	18			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.40. den anlaşıldığı üzere örneklerin kül içerikleri uygulama sıcaklığı, süresi ve mantar tozu oranına bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde modelin ve MTO'nun örneklerin kül içerikleri üzerine etkisi (p<0.001), fırınlama süresi (p<0.01), fırın sıcaklığı (p<0.05) olarak tespit edilmiştir.

Fırınlanmış cipsin kül miktarının belirlenmesinde elde edilen lack of fit değeri 0.0580 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin, fırınlanmış cips üretiminde kül miktarının belirlenmesine model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış cips örneklerinin kül (%) değerleri Çizelge 4.38. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere kül değerleri %1.42 ile %3.04 aralığında değişim göstermiş ve en düşük kül değeri, 140 °C'de 300 sn fırınlanan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek kül ise 180°C'de 360 sn %40 MTO katkılı örnekte tespit edilmiştir.

Literatürde fırınlanmış istiridye mantarı cipsi ile ilgili çalışmaya rastlanılmadığından karşılaştırma imkanı olmamıştır. Ancak bu bölümde diğer

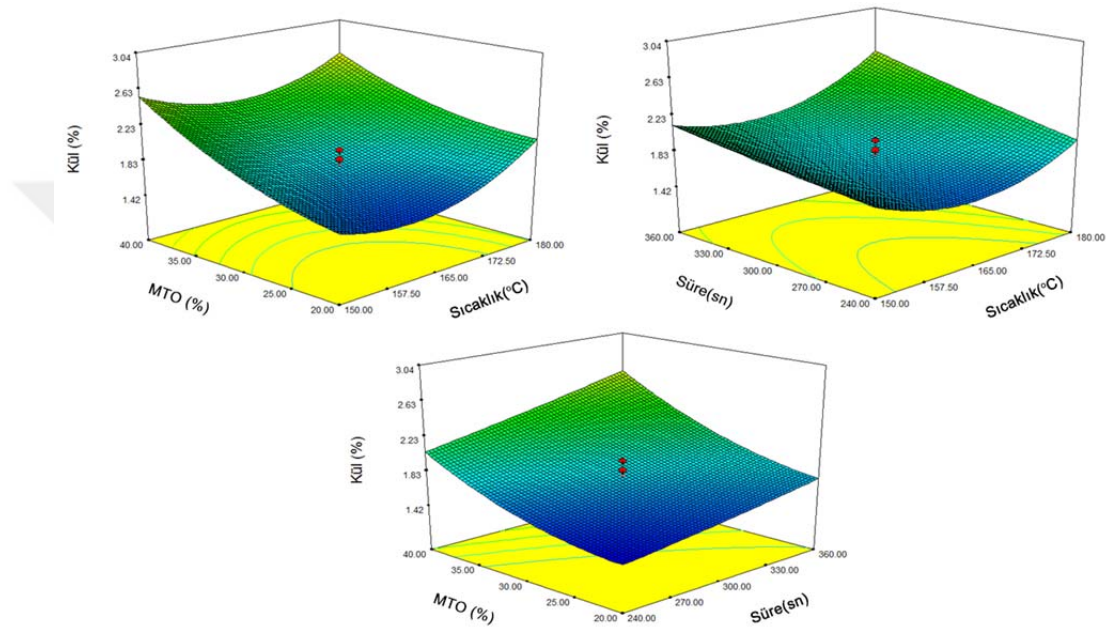
hammadelerden yapılmış ve fırınlama işlemiyle pişirilmiş cips örneklerine yer verilmiştir.

Farklı oranlarda surimi tozu (sis balığı tozu) kullanılarak 200 °C'de 5-6 dak. pişirilen balık cipslerinde kül miktarı % değerler açısından kontrol grubunda 1.30, %5 surimi tozu içeren cips örneklerinde 1.64, %10 surimi tozunda 2.29, %15 surimi tozunda da 2.18 olarak belirlenmiştir (Duman ve ark., 2012). Fırınlanmış balık cipsleriyle karşılaştırıldığında fırınlanmış mantar cipslerinin % kül miktarının daha yüksek çıktığı görülmektedir ki bu durumun hem mantar cipsinin nem değerlerinin daha düşük olmasından hem de istiridye mantarının kül miktarının fazla olmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Sis balığının kül miktarı 1.17 ± 0.43 olarak tespit edilirken (Duman ve ark., 2012), İstiridye mantarının ham kül oranı kurumadde de %4.9-5.7 değerleri arasındadır (Kırbağ ve Korkmaz, 2014). Önceki çalışmalardan da görüldüğü gibi İstiridye mantarının kül değeri, Sis balığından daha yüksektir. Gıdaların sahip olduğu kül içerikleri kendisini oluşturan hammaddeye bağlı olduğundan elde edilen sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir. (Ward ve ark., 1998)'nin farklı hammaddeler kullanarak oluşturmuş olduğu fırınlanmış cipslerin kül değerleri yalnızca 2 örnekte benzer çıkmış olup diğer örnekler ise birbirinden farklı çıkmıştır ($p < 0.05$). En yüksek kül değeri %3.4 ile %26 mısır nişastası+%7.5 buğday unu+%22.5 börülce unu katkılı örnekte görülürken, en düşük kül değeri ise %2.6 ile iki farklı formülasyonda elde edilmiştir. Bu formülasyonlar sırası ile %34 mısır nişastası+%2.75 mısır unu+%16.50 buğday unu+%2.75 börülce unu ve %42 mısır nişastası+%14 mısır unu'dur. Ayrıca hem balık cipsinde hemde mantar cipsi örneklerinde kullanılan balık ve mantar oranına bağlı olarak kül miktarının arttığı görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar, Cankurtaran (2012) tarafından yapılan buğday cipsi çalışmasından ve Yüksel (2014) tarafından yapılan bayat ekmek unu ile zenginleştirilmiş buğday cipsi örneklerinde elde edilen verilerden son derece yüksek çıkmıştır. Fırınlanmış cipsin kül oranının mantar tozundan düşük çıkmasının nedeni ise mantar tozunun cips hamuru formülasyonunda belirli oranda (%13.18-46.82) kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Fırınlanmış cips örneklerinin kül miktarının buğday cipsi ve buğday unu karışımı cipslerden yüksek çıkmasının nedeni mantarın mineral madde açısından son derece zengin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.26.den anlaşıldığı üzere fırınlanmış cips örneklerinde kül miktarı, sıcaklık, süre ve MTO'ya bağlı olarak artmıştır.



Şekil 4.26. Fırınlanmış cips örneklerinin % kül miktarlarının üç boyutlu gösterimi

4.3.2.1.3. Protein miktarı

Fırınlanmış cipslere uygulanan sıcaklık-süre ve aynı zamanda hamur formülasyonuna katılacak MTO, protein miktarı üzerine etkisini gösteren kuadratik modele göre yapılan deneme desenini ortaya koyan polinomial modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin protein miktarı tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayılarının diğer modellerden daha yüksek olmasından ileri gelmektedir.

Protein miktarı tayini için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayısı (R^2) 0,9097 ve adj- R^2 değeri 0,8284 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir

sınırlar içerisindedir. Diğer taraftan adj-R² ile pre-R² değerleri arasındaki farkın 0,2 değerinden küçük olması Design Expert paket programı tarafından seçilen modelin uygunluğunu göstermektedir.

Gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -188.51 + 1.95X_1 + 0.17X_2 + 0.94X_3 - 1.30E-004X_1X_2 - 1.47E-003X_2X_3 - 2.50E-004X_1X_3 - 5.56E-003X_1^2 - 2.40E-004X_2^2 - 0.01X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y = 18.28 + 0.56X_1 + 0.57X_2 + 1.13X_3 - 0.12X_1X_2 - 0.22X_1X_3 + 0.15X_2X_3 - 1.25X_1^2 - 0.86X_2^2 - 1.10X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin protein (%) değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41.de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Fırınlanmış cips örneklerinin protein (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	69.75	9	7.75	11.19 ^a	0.9097
X ₁	4.31	1	4.31	6.23 ^c	
X ₂	4.53	1	4.53	6.54 ^c	
X ₃	17.50	1	17.50	25.27 ^a	
X ₁ X ₂	0.11	1	0.11	0.16	
X ₁ X ₃	0.39	1	0.39	0.56	
X ₂ X ₃	0.18	1	0.18	0.26	
X ₁ ²	22.54	1	22.54	32.56 ^a	
X ₂ ²	10.75	1	10.75	15.52 ^b	
X ₃ ²	17.56	1	17.56	23.37 ^a	
Kalıntı	6.92	10	0.69		
Uyum Eksikliği	5.32	5	1.06	3.30	
Saf Hata	1.61	5	0.32		
Toplam	76.67	19			

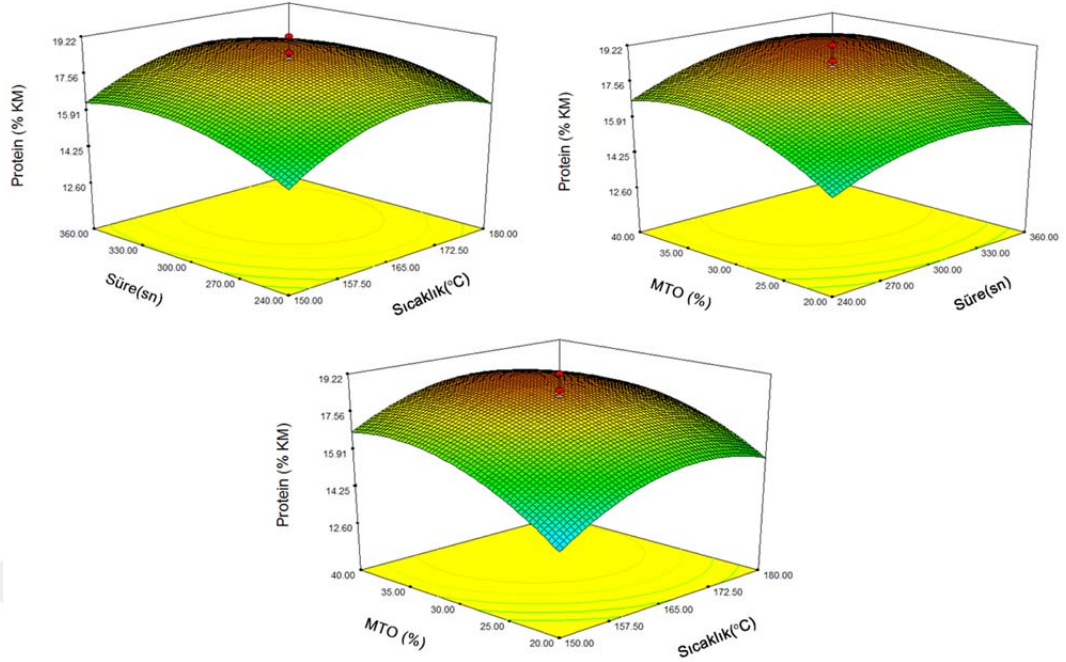
^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.41. den anlaşıldığı üzere örneklerin protein miktarı uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde MTO'nun örneklerin protein değeri üzerine etkisi ($p<0.001$), kızartma sıcaklığı ve süresinin ise ($p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

RSM'de protein miktarı için seçilen kuadratik modelin uyumlu olduğu lack-of-fit değeri 0.1078 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin fırınlanmış cipslerin protein miktarının belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin protein (%) değerleri Çizelge 4.38. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere protein değerleri %12.16 ila %19.22 aralığında değişim göstermiş ve en düşük % protein değeri, 150 °C'de 240 sn ve %20 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek protein ise 165 °C'de 300 sn ve %30 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Fırınlanmış cips örneklerinin sıcaklık, süre ve MTO'ya bağlı değişimleri Şekil 4.27. verilmiştir.



Şekil 4.27. Fırınlanmış cips örneklerinin % protein miktarlarının üç boyutlu gösterimi

Iwe (2000), yaptığı bir araştırmada patates ve soya ununu 100:0, 100:75, 100:50, 100:25, 0:100 oranlarında karıştırarak ekstrüde etmiş ve karışımın % olarak protein içeriğini sırasıyla 3,8; 18,9; 28,9; 31,8 ve 44,7 olarak belirlemiştir. Karışımındaki soya unu arttıkça karışımın protein içeriğinin de arttığı görülmüştür. Martinez-Florez ve ark. (2005), mısır ununu soya ve aspir (yalancı safran küspesi) ile karıştırarak protein miktar ve kalitesi artırılmış bir ekstrüde ürün üretmişlerdir. %80 mısır unu, %17 soya fasulyesi küspesi ve ve %3 aspir küspesi karışımından protein miktarını %6,4 den %14,0'e yükseltmişlerdir.

Farklı oranlarda surimi tozu (sis balığı tozu) kullanılarak yapılan balık cipslerinde % protein değerleri açısından kontrol grubunda 11.79, %5 surimi tozunda 15.89, %10 surimi tozunda 21.26, %15 surimi tozunda da 25.33 olarak belirlenmiştir (Duman ve ark., 2012). Önceki çalışmalardan da görüldüğü gibi protein oranı yüksek olan materyalin ilavesi son üründeki protein miktarını da arttırmaktadır.

4.3.2.1.4. Su aktivitesi (aw)

Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla RSM’de çoklu yönlü regresyon analizleri yapılmış ve uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin aw tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır ($R^2=0.9804$ ve $adj-R^2=0.9584$).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -5.61 + 0.06X_1 + 0.02X_2 - 0.05X_3 + 1.25E-006X_1X_2 - 1.04E004X_1X_3 + 2.94E-005X_2X_3 - 1.97E-004X_1^2 - 3.97E-005X_2^2 + 6.97E-004X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y = 0.61 - 0.13X_1 - 0.05X_2 - 0.22X_3 + 1.12E-003X_1X_2 - 0.02X_1X_3 + 0.02X_2X_3 - 0.04X_1^2 - 0.14X_2^2 + 0.07X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO’nun örneklerin aw üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42. de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Fırınlanmış cips örneklerinin aw üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

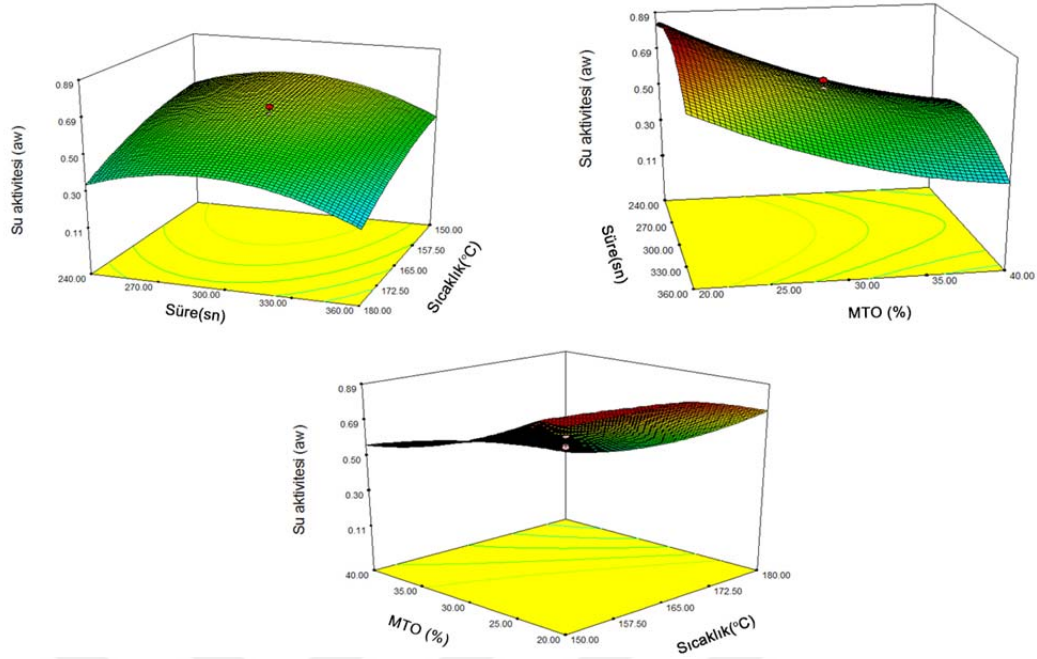
	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	0.88	9	0.10	44.53 ^a	0.9804
X ₁	0.22	1	0.22	99.50 ^a	
X ₂	0.03	1	0.03	13.54 ^b	
X ₃	0.38	1	0.38	173.25 ^a	
X ₁ X ₂	1.01E-005	1	1.01E-005	4.61E-003	
X ₁ X ₃	1.95E-003	1	1.95E-003	0.89	
X ₂ X ₃	2.48E-003	1	2.48E-003	1.13	
X ₁ ²	0.02	1	0.02	10.75 ^c	
X ₂ ²	0.25	1	0.25	111.71 ^a	
X ₃ ²	0.02	1	0.02	8.38 ^c	
Kalıntı	0.02	8	2.19E-003		
Uyum Eksikliği	4.62E-003	3	1.54E-003	0.59	
Saf Hata	0.01	5	2.59E-003		
Toplam	0.90	17			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.42. den anlaşıldığı üzere örneklerin aw değeri fırınlama sıcaklığı, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. Buna göre aw için oluşturulan kuadratik model için p değeri 0.05 ten küçük olan modelde; sıcaklık ve MTO terimleri (p<0.001) önemli bulunurken, süre ise (p<0.01) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış cips örneklerinin aw değerleri Çizelge 4.38. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere aw değerleri 0.11 ile 0.89 aralığında değişim göstermiş ve en düşük aw değeri 180°C'de 360 sn ve %40 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek aw değeri ise 150°C'de 240 sn ve %20 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.28. de su aktivitesinin MTO, kızartma sıcaklığı ve süresine göre belirlenen üç boyutlu grafikleri incelendiğinde bu faktörlerin etkisi açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.28. Fırınlanmış çips örneklerinin aw değerlerinin üç boyutlu gösterimleri

4.3.2.2. Tekstürel özellikler

Çips gibi atıştırılabilir ürünlerin tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde yaygın olarak sertlik parametresi ön planda olduğu için, sertlik parametresi verilmiştir. Çipslerinin sertliği birçok çalışmada en önemli tekstürel özellik olarak bildirilmiştir (Kayacier ve Singh, 2003b; Pedreschi ve ark., 2008). Ancak duyu analizler kısmında objektif olarak değerlendirilen sertlik, subjektif olarak belirlenen duyu skorlardan gevreklik ile ilişkilendirilerek açıklanmıştır.

Fırınlanmış çipsin sertlik değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.0607 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin fırınlanmış çips örneklerinin sertlik değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış çips örneklerinin sertlik değerleri Çizelge 4.43. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere sertlik değerleri 15.84 ile %38.37 aralığında değişim göstermiş ve en düşük sertlik değeri, 165 °C'de 401 sn

kızartılan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek sertlik değeri ise 165°C'de 300 sn %46.82 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.43. Fırınlanmış cips örneklerine ait sertlik değerleri

Deneme Noktası	Piştirme Sıcaklığı (°C)	Piştirme Süresi (Sn)	Mantar Oranı (%)	Sertlik değeri (kg)
1	150	240	20	28.36±1.10 ^{fg}
2	180	240	20	26.26±1.58 ^{gh}
3	150	360	20	27.32±0.96 ^{fg}
4	180	360	20	23.48±1.02 ⁱ
5	150	240	40	35.72±0.74 ^{abc}
6	180	240	40	33.35±1.10 ^{cd}
7	150	360	40	34.28±1.44 ^{bcd}
8	180	360	40	31.61±0.88 ^{de}
9	139.77	300	30	36.39±1.77 ^{ab}
10	190.23	300	30	27.39±0.86 ^{fg}
11	165	199.09	30	24.36±1.48 ^{hi}
12	165	400.91	30	15.84±1.12 ^j
13	165	300	13.18	26.52±0.91 ^{gh}
14	165	300	46.82	38.37±1.58 ^a
15	165	300	30	32.06±1.15 ^{de}
16	165	300	30	30.01±0.79 ^{ef}
17	165	300	30	31.94±2.11 ^{de}
18	165	300	30	29.58±1.19 ^{ef}
19	165	300	30	30.14±0.69 ^{ef}
20	165	300	30	29.69±0.47 ^{ef}

a-i Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

RSM'de yapılan dizayna göre cips hamuru formülasyonuna ilave edilen mantar tozu, uygulanan fırınlama sıcaklığı ve süresinin cips örneklerinin sertlik (kg) değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.44. de verilmiştir. Uygulanan faktörlerin örneklerinin sertlik (kg) değeri üzerine etkisini belirten kuadratik modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden sırasıyla aşağıdaki şekildedir;

$$Y=75.52-1.38X_1+0.56X_2-0.45X_3-2.83E-004X_1X_2+7.50E-004X_1X_3+1.33E-004X_2X_3+3.97E-003X_1^2-9.09E-004X_2^2+0.01X_3^2$$

$$Y=30.52-1.91X_1-1.56X_2+3.62X_3-0.25X_1X_2+0.11X_1X_3+0.08X_2X_3+0.89X_1^2-3.27X_2^2+1.09X_3^2$$

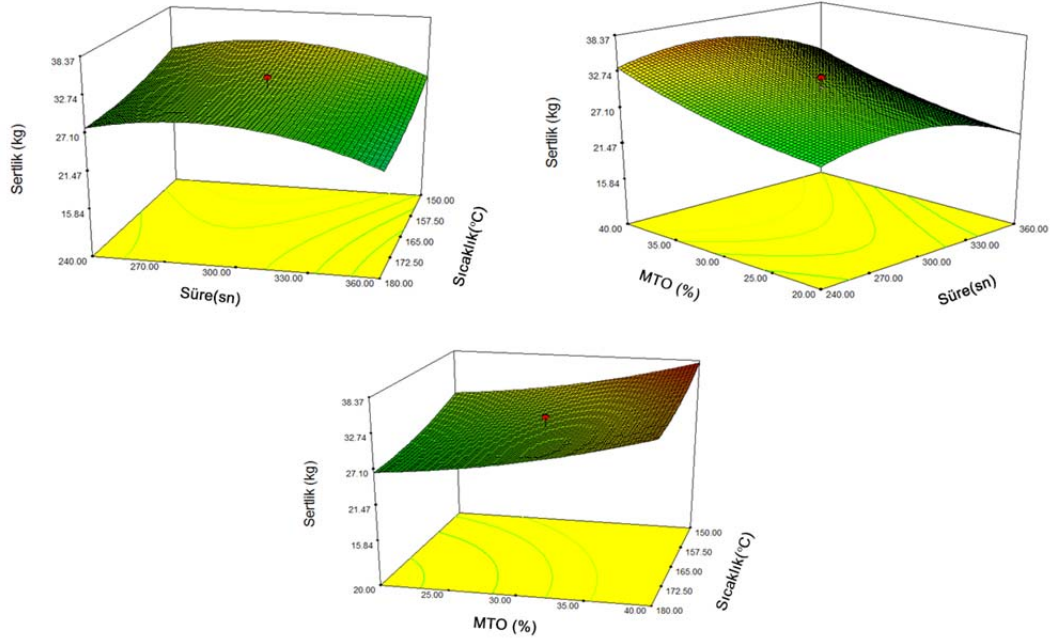
Çizelge 4.44. Fırınlanmış cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	464.26	9	51.58	14.83 ^a	0.9303
X ₁	49.94	1	49.94	14.36 ^b	
X ₂	33.31	1	33.31	9.58 ^c	
X ₃	179.19	1	179.19	51.53 ^a	
X ₁ X ₂	0.52	1	0.52	0.15	
X ₁ X ₃	0.10	1	0.10	0.03	
X ₂ X ₃	0.05	1	0.05	0.01	
X ₁ ²	11.52	1	11.52	3.31	
X ₂ ²	154.50	1	154.50	44.43 ^a	
X ₃ ²	17.13	1	17.13	4.93	
Kalıntı	34.78	10	3.48		
Uyum Eksikliği	28.52	5	5.70	4.56	
Saf Hata	6.26	5	1.25		
Toplam	499.04	19			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.44. den anlaşıldığı üzere örneklerin sertlik değeri uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde bağımsız değişkenlerden; MTO (p<0.001), fırınlama sıcaklığı (p<0.01), fırınlama süresi (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Şekil 4.29. den anlaşıldığı üzere fırınlanmış cips örneklerinde sertlik değerleri sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık ve sürenin artması sertlik değerlerini kısmen düşürmüştür, MTO'nun artması ise sertlik değerlerini yüksek düzeyde arttırmıştır. Verilen üç boyutlu gösterimler yapılan istatistiksel analizleri destekler niteliktedir.



Şekil 4.29. Fırınlanmış cips örneklerinin sertlik değerlerinin üç boyutlu gösterimi

Yüksel ve ark. (2015), buğday cipsine arpa unu ilave ederek gerçekleştirdikleri bir çalışmada örneklerin sertlik değerlerinin arpa unu ilavesi ile arttığını bildirmiştir.

MTO'nun artmasına bağlı olarak sertliğin artmasının sebebinin de mantarın içermiş olduğu yüksek lif içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. *Pleurotus* türleri de diyet lifleri açısından iyi bir kaynaktır (Cohen ve ark., 2002).

Buğday cipsine arpa unu ilave edilerek hazırlanan hamur formülasyonunda kızartılan cipslerin sertlik değerlerinin arpa unu ilavesi ile arttığını bulmuş ve arpa ununun içerdiği β -glukan gibi lifli bileşiklerden kaynaklandığını bildirmişlerdir (Yüksel ve ark., 2015).

Aynı un formülasyonunda fırınlama süreleri arttıkça %100 buğday unundan hazırlanan örnekler haricinde ki bütün örneklerin sertlik değerlerinde belirgin bir azalma olduğu tespit edilmiştir. %30 çavdar ve %70 buğday unu karışımından hazırlanan cips örnekleri 4 dak fırımlandığında sertlik değeri 30.84 iken, 4.5 dak fırımlandığında bu değer 27.77' ye gerilemiş ve 5 dak fırımlandığında 24.44' e kadar düşmüştür (Göncü, 2011).

Ahza ve ark. (2015)'nin aynı cips hamuru örneğinin kızartma ve fırınlama yöntemiyle pişirilmesi sonuçlarının karşılaştırıldığı çalışmaya bakıldığında kızartılmış cipslerin sertlik değerlerinin fırınlanmış cipslerin neredeyse yarısı kadar olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda da elde edilen fırınlanmış mantar cipslerin sertlik değerleri, kızartılmış mantar cipsi örneklerine göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Fırınlanmış cipslerin tat ve tekstürleri kızartılmış cipslerden farklıdır. Fırınlanmış cipslerin tat ve özellikle tekstürlerinin iyileştirilmesi için yeni prosesler ve formülasyonlar araştırılmaktadır. Ancak bu konudaki literatür çalışmaları yetersizdir (Quintero-Fuentes ve ark..1999). Bu konuda yapılmış çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Sertlik; ürünlerin kırılması için gereken gerekli baskıyı uygulayan bir güç olarak tanımlanmaktadır. Sertlik üzerinde fırınlama süresi, sıcaklığı ve ürün formülasyonu etkili parametrelerdir. Sabit sıcaklıkta fırınlama süresi arttıkça, uygulanan kuvvet artmaktadır. Kısaca fırınlanmış cipslerin tekstürel özellikleri fırınlama şartları ve hammaddeye göre değişiklik göstermektedir.

4.3.2.3. Biyokimyasal analizler

Fırınlanmış cips örneklerinde biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde toplam fenolik madde miktarları (TFMM) ve antioksidan aktivitesine bakılmıştır. Fırınlanmış cips örneklerine ait toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100g), antioksidan kapasitesi (antiradikal aktivite, %ARA) EC₅₀ değeri hesaplanarak elde edilmiştir.

Yanıt yüzey yöntemine göre oluşturulan dizayna özgü deneme noktaları çalışılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.45. de verilmiş olup, EC₅₀ ve TFMM değerlerine ait varyans analiz çizelgeleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Çizelge 4.45. Fırınlanmış cips örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçları

Deneme Noktası	Piştirme Sıcaklığı (°C)	Piştirme Süresi (Sn)	Mantar Oranı (%)	EC ₅₀ (görnek/gDPPH)	TFMM (mgGAE/100görnek)
1	150	240	20	369.67±0.61 ^c	71.93±0.88 ^g
2	180	240	20	426.50±2.11 ^b	60.17±1.63 ^h
3	150	360	20	344.75±2.97 ^g	60.62±1.60 ^h
4	180	360	20	369.35±1.92 ^c	48.80±1.34 ⁱ
5	150	240	40	282.30±1.85 ^k	120.96±2.09 ^b
6	180	240	40	291.75±1.81 ^j	114.36±0.27 ^c
7	150	360	40	74.82±0.45 ^m	120.70±2.11 ^b
8	180	360	40	300.65±1.70 ⁱ	100.61±2.57 ^d
9	139.77	300	30	350.95±2.50 ^f	80.75±0.99 ^f
10	190.23	300	30	382.67±0.51 ^{cd}	60.71±1.19 ^h
11	165	199.09	30	282.37±0.58 ^k	70.68±1.26 ^g
12	165	400.91	30	177.70±0.42 ^l	73.69±0.83 ^g
13	165	300	13.18	430.36±0.86 ^a	59.78±0.76 ^h
14	165	300	46.82	65.10±1.12 ⁿ	125.07±0.81 ^a
15	165	300	30	385.50±2.45 ^c	81.31±1.82 ^f
16	165	300	30	343.52±0.74 ^g	99.15±1.53 ^d
17	165	300	30	381.00±1.13 ^d	82.94±2.06 ^f
18	165	300	30	321.00±1.41 ^h	80.68±1.56 ^f
19	165	300	30	333.40±0.58 ^h	80.81±1.68 ^f
20	165	300	30	371.75±2.18 ^c	87.49±1.39 ^c

a-k Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.3.2.3.1. Antioksidan aktivite

Antioksidan aktivite testi, DPPH serbest radikali indirgeme aktivitesine EC₅₀ değeri üzerinden hesaplanarak verilmiştir.

RSM'de belirlenen dizayna göre fırınlana cips örneklerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde kullanılacak kuadratik modele ait eşitlik, gerçek ve kodlanmış değerler açısından sırasıyla aşağıda verilmiştir.

$$Y=1394.69-15.30X_1+3.38X_2-16.19X_3+0.02X_1X_2+0.13X_1X_3-0.02X_2X_3+0.02X_1^2-0.01X_2^2-0.08X_3^2$$

$$Y=356.03+27.10X_1-33.43X_2-70.09X_3+23.02X_1X_2+19.23X_1X_3-14.56X_2X_3+3.81 X_1^2-44.55X_2^2-7.81X_3^2$$

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin EC₅₀ değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46. da verilmiştir.

Çizelge 4.46. Fırınlanmış cips örneklerinin EC₅₀ değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	1.03E+005	9	11451.80	6.35 ^a	0.8772
X ₁	10027.33	1	10027.33	5.56 ^b	
X ₂	15265.80	1	15265.80	8.47 ^b	
X ₃	39305.07	1	39305.07	21.80 ^a	
X ₁ X ₂	4238.90	1	4238.90	2.35	
X ₁ X ₃	2958.73	1	2958.73	1.64	
X ₂ X ₃	1696.82	1	1696.82	0.94	
X ₁ ²	174.32	1	174.32	0.097	
X ₂ ²	23820.93	1	23820.93	13.21 ^a	
X ₃ ²	230.92	1	230.92	0.13	
Kalıntı	14427.01	8	1803.38		
Uyum Eksikliği	10792.19	3	3597.40	4.95	
Saf Hata	3634.82	5	726.96		
Toplam	1.17E+005	17			

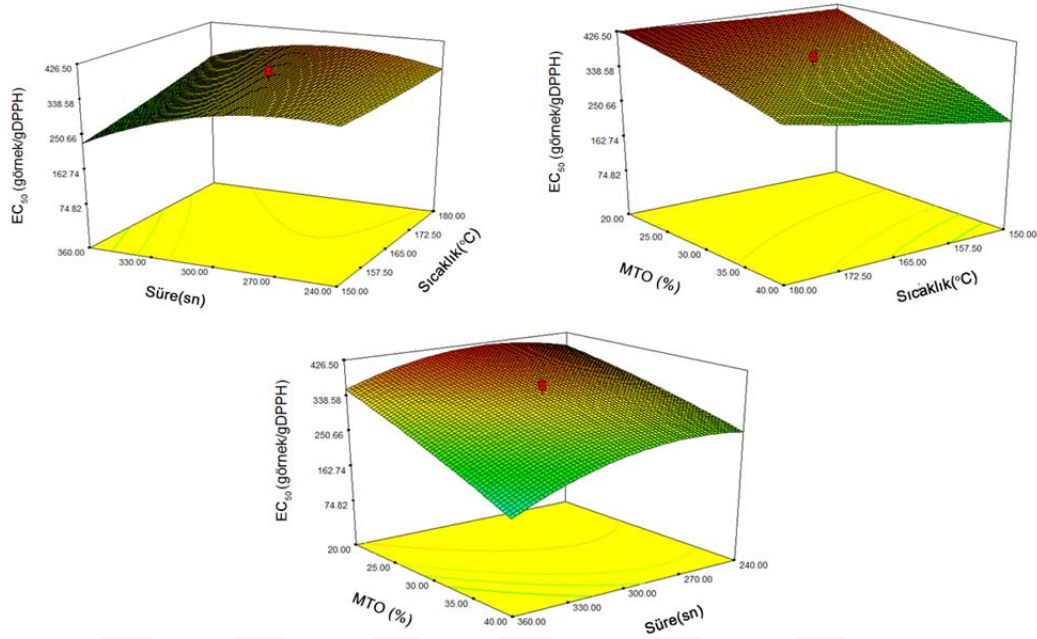
^ap<0.01, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık, süre ve MTO'nun örneklerin DPPH serbest radikalini indirgeme aktivitesi üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46. da verilmiştir. Buna göre regresyon modeline ait determinasyon katsayısı R²=0.8772 ve adj-R²=0.7391 olarak belirlenmiştir.

Analizler neticesinde belirlenen EC₅₀ değeri üzerine etkili bağımsız değişkenlerden sıcaklık ve süre (p<0.05), MTO istatistiksel olarak (p<0.01) bulunmuştur.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış mantar cipsi örneklerinin EC₅₀ değeri minimum olarak 65.10 g örnek/g DPPH, maksimum olarak ise 430.36 g örnek/g DPPH aralığında değişim göstermiştir. En yüksek EC₅₀ değeri 165 °C'de 300 sn süreyle kızartılan %13.18 MTO örneklerde tespit edilirken, en düşük EC₅₀ değeri ise 165 °C'de 300 sn süreyle kızartılan %46.82 MTO katkılı örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.45.). Üç boyutlu grafiksel gösterimlerden de anlaşıldığı üzere kurutma sıcaklığının artmasının örneklerin EC₅₀ değerini arttırdığı, MTO'nun artmasının ise

EC₅₀ değerini azalttığı gözlemlenmiştir. EC₅₀ değerinin artması antioksidan aktivitenin azaldığını göstermektedir. Yani sıcaklığın azalması ve MTO'nun artması antioksidan aktivitenin artmasını sağlamaktadır (Şekil 4.30.).



Şekil 4.30. Fırınlanmış cipsin EC₅₀ değerinin üç boyutlu gösterimleri

Benzer sonuçlar (Güler, 2011) tarafından yapılan çalışma sonucunda da elde edilmiştir. Cips üretiminde karışıma ilave edilen üzüm posası tozu oranının ve ekstrüzyon sıcaklığı artışının EC₅₀ değerini azalttığı ve yine cipse ilave edilen domates posası oranının yükselmesi durumunda son ürün olan cips örneklerinde de antioksidan seviyesini artmıştır.

Sahlin ve ark. (2004) tarafından yapılan bir başka çalışmada proses işlemlerinden kaynatma, fırınlama ve kızartma gibi işlemlerin ürünlerin TFMM ve antioksidan kapasitesinin, hammaddesine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

4.3.2.3.2. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM)

Fırınlanmış cipte toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde sonuçlar gallik asit (GAE) eşdeğeri olarak mg GAE/100 g örnek üzerinden verilmiştir. Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış cipsin TFMM belirlenmesinde kuadratik model kullanılmış olup bu modele ilişkin eşitlik;

Gerçek değerler üzerinden;

$$Y = -644.53 + 7.84X_1 + 0.10X_2 - 4.46X_3 - 1.88E-003X_1X_2 - 2.57E-003X_1X_3 + 1.80E-003X_2X_3 - 0.02E-003X_1^2 - 1.30E-003X_2^2 + 0.12X_3^2$$

Kodlanmış değerler üzerinden ise;

$$Y = 85.40 - 6.15X_1 - 2.32X_2 + 26.89X_3 - 1.70X_1X_2 - 0.39X_1X_3 + 1.08X_2X_3 - 5.19X_1^2 - 4.67X_2^2 + 11.73X_3^2$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin TFMM üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47. de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Fırınlanmış cips örneklerinin TFMM değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	7123.24	9	791.47	16.57***	0.9491
X ₁	516.09	1	516.09	10.80 ^b	
X ₂	73.34	1	73.34	1.54	
X ₃	5785.11	1	5785.11	121.10 ^a	
X ₁ X ₂	23.02	1	23.02	0.48	
X ₁ X ₃	1.19	1	1.19	0.025	
X ₂ X ₃	9.35	1	9.35	0.20	
X ₁ ²	322.67	1	322.67	6.75 ^b	
X ₂ ²	261.82	1	261.82	5.48 ^b	
X ₃ ²	520.69	1	520.69	10.90 ^b	
Kalıntı	382.16	8	47.11		
Uyum Eksikliği	122.60	3	40.87	0.79	
Saf Hata	259.56	5	51.91		
Toplam	7505.40	17			

^ap<0.001, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Regresyon modeline ait determinasyon katsayısı R²=0.9491 ve adj-R²=0.8918 olarak belirlenmiştir. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğundan bu regresyon modelinin fırınlanmış cipslerin TFMM belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

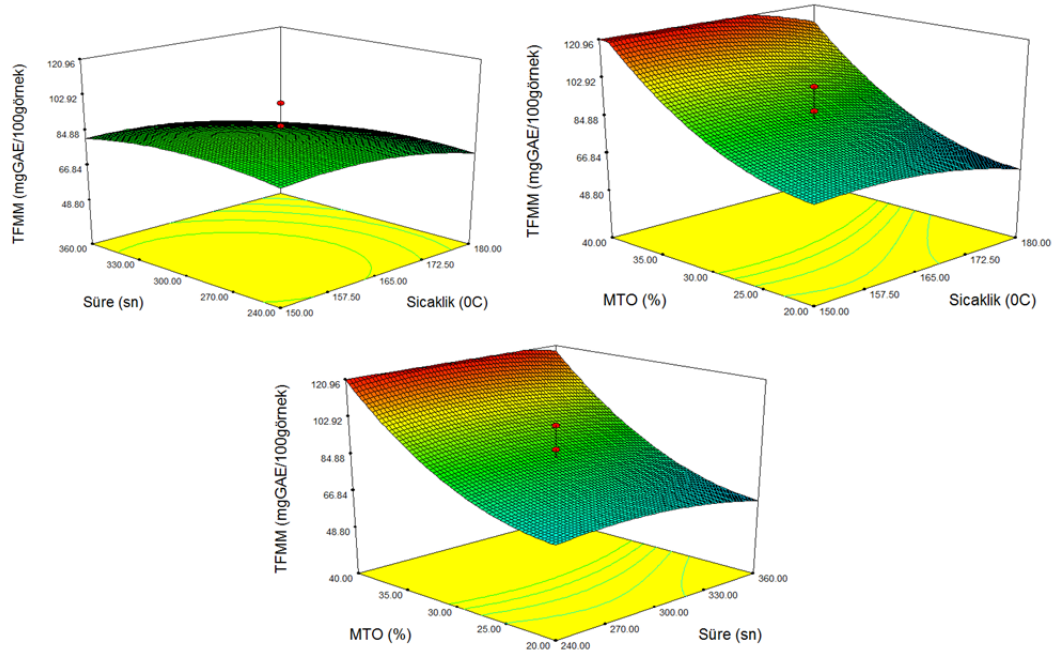
İstatistiksel analiz neticesinde hamur formülasyona katılan MTO (p<0.001) bulunurken, sıcaklık (p<0.01) istatistiksel olarak önemli bulunurken, kızartma süresi ise istatistiksel manada önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Göncü (2011), %40 çavdar ve %60 buğday unu karışımı ile oluşturulan cips hamuru formülasyonundan elde edilen örneklerin 4 dak fırınlanmasından sonra son üründe toplam fenolik madde içeriği 194.25 mg GAE/g olarak tespit edilmişken fırınlama süresi 4.5 dak' ya çıktığında bu değer 219.96 mg GAE/g' ya yükselmiştir. 5 dak fırınlanan cips örneklerinde ise 244.65 mg GAE/g değeri bulunmuştur. Ancak fırınlanmış mantar cipsinde süre istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Miller ve Rice-Evans, (1997) tarafından yapılan çalışmada meyve ve sebzelerin antioksidan kapasitesinin içermiş olduğu fenoliklerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Fırınlanmış mantar cipslerinin EC_{50} değerleri ile TFMM arasında korelasyon katsayısı $-0,677$ olarak tespit edilmiştir. Nitekim EC_{50} değerleri artarken, TFMM'nin azalması bu sonucu doğrulamaktadır (Çizelge 4.45.).

Fırınlanmış cips örneklerinin biyokimyasal analiz (TFMM ve EC_{50}) sonuçlarına bakıldığında sıcaklık artışının, örneklerin TFMM düşürdüğü, EC_{50} değerinin ise yükselttiği yani antioksidan aktivitesinin düşmesine neden olduğu görülmektedir. Cips hamuru formülasyonunda ilave edilen MTO'nun da artışına bağlı olarak son ürün olan cipslerin TFMM arttırmakta, EC_{50} değerini ise düşürmekte yani antioksidan aktiviteyi arttırmaktadır. Üç boyutlu grafiksel gösterimlerde (Şekil 4.31.) yukarıdaki yaklaşımı desteklemektedir.



Şekil 4.31. Fırınlanmış cipsin TFMM değerinin üç boyutlu gösterimleri

MTO'nun diğer bağımsız değişkenlere göre istatistiksel olarak daha önemli olması yapılmış literatür çalışmalarıyla da desteklenmektedir. Camire ve ark. (2007) ekstrüzyon işleme tekniği ile üretilen mısır bazlı kahvaltılık tahılların fonksiyonel özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada karışım hamuruna %1 oranında üzüm, yaban mersini, kıvılcık ve ahududu tozu ilave ederek değişik fonksiyonel özelliklere sahip olan atıştırmalık ürünlerde toplam fenolik madde miktarlarını ferulik asit eşdeğeri cinsinden; üzümlü üründe $118,4 \pm 21,8$ mg/kg, yaban mersini içeren üründe

138,5±16,0 mg/kg, kızılıklı üründe 132,6±15,7 mg/kg ve kırmızı ahududu içeren üründe 124,2±17,7 mg/kg olduğu belirtilmiştir. %50 yulaf unu ile %50 buğday unu karışımından elde edilen cipslerin fenolik madde içeriği, %100 buğday unundan elde edilen cipslerden daha yüksek çıkmıştır. Toplam fenolik madde içeriği sonuçlarına benzer şekilde antioksidan aktivite değerleri içerisinde en yüksek değerler tam buğday unundan ve yulaf unu ilaveli formülasyonlardan elde edilen cips örneklerinde tespit edilirken, en düşük antioksidan aktivite %100 buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örneklerinde tespit edilmiştir.

Farklı ÜPT oranlarının cips örneklerinde fenolik madde miktarını ilave edilen miktara bağlı olarak arttırdığı ve uygulanan ekstrüzyon sıcaklığı artışının fenolik madde miktarı üzerinde azaltıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Güler, 2011). Fırınlanmış cips üretiminde de benzer sonuçlar elde edilmiş olup ancak son üründe fenolik madde kayıpları daha az olmuştur.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış cips örneklerinin TFMM minimum olarak 48.80 mg GAE/100görnek, maksimum olarak ise 125.07 mg GAE/100g örnek aralığında değişim göstermiştir. En düşük TFMM 180 °C'de 360 sn süreyle fırınlanan %20 MTO katkılı örneklerde tespit edilirken, en yüksek TFMM ise 165 °C'de 300 sn süreyle fırınlanan %46.82 MTO katkılı örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.45.).

4.3.2.4. Renk değerleri

Örneklerin renk ölçümleri L*; siyahtan (0) beyaza (100) kadar örneğin açıklık-koyuluk, a*; yeşil-kırmızı, b*; sarı mavi renk değerleri dikkate alınarak ölçülmüştür. Yanıt yüzey yöntemine göre oluşturulan dizayna özgü deneme noktaları çalışılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.48. de verilmiş olup renk değerlerine ait L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz çizelgeleri ve bulgular ayrı ayrı ele alınmıştır. Ancak renk değerlerine ait literatür bulguları ile tartışma-sonuç kısmı ise b* değerinin sonunda toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.48. Fırınlanmış cips örneklerine ait renk değerleri

Deneme Noktası	Pişirme Sıcaklığı (°C)	Pişirme Süresi (Sn)	Mantar Oranı (%)	L*	a*	b*
1	150	240	20	60.53±0.12 ^d	3.24±0.63 ^a	16.58±0.84 ^{de}
2	180	240	20	67.01±0.47 ^{bc}	3.51±0.25 ^a	17.30±1.03 ^{cde}
3	150	360	20	68.07±0.09 ^{bc}	3.98±0.36 ^a	16.97±0.55 ^{de}
4	180	360	20	67.64±0.36 ^{bc}	4.38±0.69 ^a	18.16±0.39 ^{bcd}
5	150	240	40	66.18±0.84 ^{bc}	4.61±0.47 ^a	16.31±0.24 ^{de}
6	180	240	40	55.65±0.11 ^e	4.94±0.15 ^a	22.39±0.39 ^a
7	150	360	40	60.40±0.87 ^d	3.88±0.39 ^a	16.42±0.43 ^{de}
8	180	360	40	49.72±1.01 ^f	5.35±0.18 ^a	22.34±0.09 ^a
9	139.77	300	30	67.19±0.16 ^{bc}	3.35±0.79 ^a	15.80±0.36 ^{de}
10	190.23	300	30	63.99±0.14 ^{cd}	5.77±0.31 ^a	20.01±0.08 ^{abc}
11	165	199.09	30	72.13±0.97 ^a	3.86±0.32 ^a	17.13±0.43 ^{de}
12	165	400.91	30	64.68±1.05 ^c	5.04±0.32 ^a	20.62±0.31 ^{ab}
13	165	300	13.18	65.72±1.13 ^c	3.21±0.44 ^a	14.72±0.03 ^e
14	165	300	46.82	54.96±0.50 ^e	4.55±0.23 ^a	20.13±0.10 ^{abc}
15	165	300	30	67.18±0.38 ^{bc}	3.33±0.55 ^a	15.20±0.23 ^{de}
16	165	300	30	66.96±0.19 ^{bc}	3.43±0.13 ^a	15.84±0.07 ^{de}
17	165	300	30	68.13±0.27 ^{bc}	3.26±1.25 ^a	15.77±0.3 ^{de}
18	165	300	30	66.89±0.36 ^{bc}	3.32±0.87 ^a	15.63±0.84 ^{de}
19	165	300	30	67.54±1.05 ^{bc}	3.19±0.96 ^a	14.86±0.74 ^e
20	165	300	30	70.35±0.33 ^{ab}	3.87±0.16 ^a	14.24±0.05 ^e

a-f Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.3.2.4.1. L* değeri

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre elde edilen fırınlanmış cips örneklerinin L* (parlaklık) değeri üzerine etkisini belirten model kuadratik olarak belirlenmiştir.

Kuadratik model ise gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -235.70 + 2.04X_1 - 0.23X_2 + 7.81X_3 - 9.80E-004X_1X_2 - 0.02X_1X_3 - 4.14X_2X_3 - 3.54E-003X_1^2 + 5.53E-005X_2^2 - 0.05X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y = 67.84 - 1.50X_1 - 1.18X_2 - 3.91X_3 - 0.88X_1X_2 - 3.41X_3 - 2.48X_2X_3 - 0.80X_1^2 + 0.20X_2^2 - 5.34X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin L^* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49. de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Fırınlanmış cips örneklerinin L^* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	470.00	9	52.22	15.10 ^a	0.9444
X ₁	30.90	1	30.90	8.94 ^c	
X ₂	18.91	1	18.91	5.47 ^c	
X ₃	122.46	1	122.46	35.42 ^a	
X ₁ X ₂	6.23	1	6.23	1.80 ^c	
X ₁ X ₃	92.89	1	92.89	26.87 ^a	
X ₂ X ₃	49.40	1	49.40	14.29 ^b	
X ₁ ²	7.61	1	7.61	2.20	
X ₂ ²	0.48	1	0.48	0.14	
X ₃ ²	108.08	1	108.08	31.26 ^a	
Kalıntı	27.66	8	3.46		
Uyum Eksikliği	19.07	3	6.36	3.70	
Saf Hata		5	0.68		
Toplam	403.29	19			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

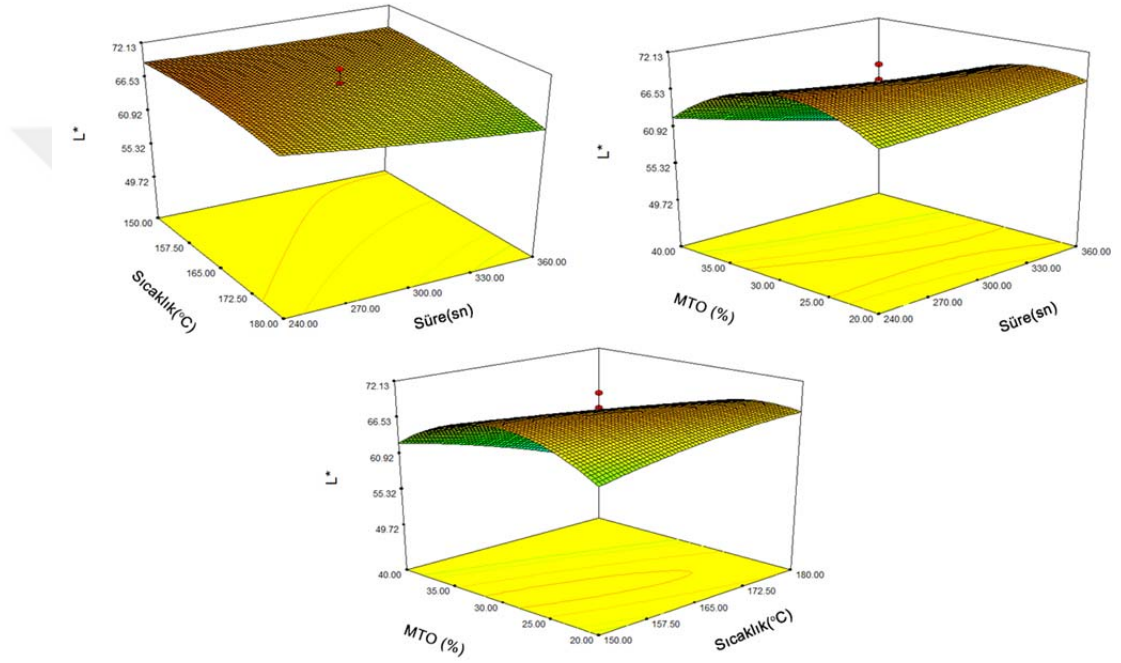
Çizelge 4.49. dan anlaşıldığı üzere örneklerin L^* değeri uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde fırınlanan cipslerde MTO (p<0.001) iken, sıcaklık ve süre (p<0.05) bulunmuştur. Ayrıca bağımsız değişkenlerin interaksiyonları çeşitli düzeylerde anlamlılık göstermiştir.

Fırınlanmış cipsin L^* değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.0964 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin fırınlanmış cips örneklerinin L^* değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış cips örneklerinin L^* değerleri Çizelge 4.48. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere L^* değeri 49.72 ile 72.13 aralığında değişim göstermiş ve en düşük L^* değeri, 180 °C'de 360 sn fırınlanan

%40 MTO katkıli örneklerde gözlenirken en yüksek L* değeri ise 165 °C’de 199 sn %30 MTO katkıli cips örneklerinde tespit edilmiştir.

Şekil 4.32. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere fırınlanmış cips örneklerinde L* değeri, sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık, süre ve MTO’nun artması L* değerini düşürmüştür. Varyans analizi de üç boyutlu gösterimleri destekler niteliktedir.



Şekil 4.32. Fırınlanmış cips örneklerinin L* değerinin üç boyutlu gösterimi

4.3.2.4.2. a* değeri

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan fırın sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre elde edilen örneklerin a* (kırmızılık) değeri üzerine etkisini belirten kuadratik modele ait gerçek ve kodlanmış denklemler aşağıda verilmiştir.

RSM’de belirlenen model gerçek değerler cinsinden;

$$Y=64.99-0.65X_1-0.07X_2-0.02X_3+1.76E-004X_1X_2+9.42E-004X_1X_3-4.02E-004X_2X_3+1.83E-003X_1^2+1.03E-004X_2^2+5.64E-004X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=3.39+0.48X_1+0.24X_2+0.46X_3+0.16X_1X_2+0.14X_1X_3-0.24X_2X_3+0.41X_1^2+0.37X_2^2+0.06X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin a* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.50. de verilmiştir.

Çizelge 4.50. Fırınlanmış cips örneklerinin a* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	10.10	9	1.12	8.11 ^a	0.9012
X ₁	3.13	1	3.13	22.63 ^a	
X ₂	0.79	1	0.79	5.67 ^b	
X ₃	1.68	1	1.68	12.16 ^a	
X ₁ X ₂	0.20	1	0.20	1.46	
X ₁ X ₃	0.16	1	0.16	1.15	
X ₂ X ₃	0.47	1	0.47	3.36	
X ₁ ²	2.04	1	2.04	14.71 ^a	
X ₂ ²	1.67	1	1.67	12.06 ^a	
X ₃ ²	0.01	1	0.01	0.09	
Kalıntı	1.11	8	0.14		
Uyum Eksikliği	0.81	3	0.27	4.45	
Saf Hata	0.30	5	0.06		
Toplam	11.21	17			

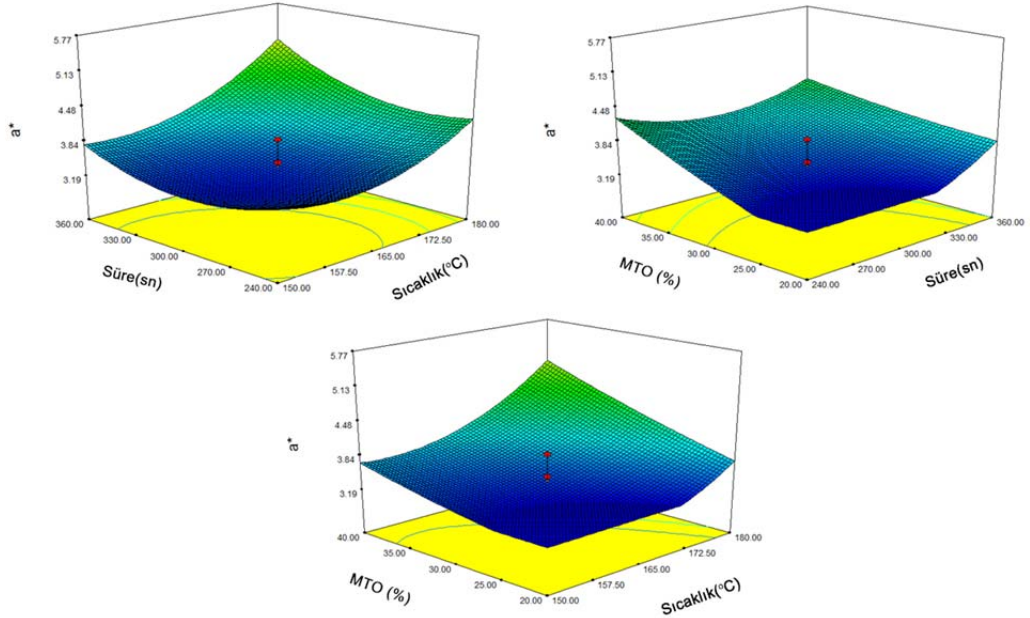
^ap<0.01, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.50. den de anlaşıldığı üzere örneklerin a* değeri uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde fırınlanan cipslerde fırınlama sıcaklığı ve MTO (p<0.01), fırınlama süresi (p<0.05) istatistiksel anlamlı bulunmuştur.

Fırınlanmış cipsin a* değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.0708 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin fırınlanmış cips örneklerinin a* değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış cips örneklerinin a^* değerleri Çizelge 4.48. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere a^* değeri 3.19 ile 5.77 aralığında değişim göstermiş ve en düşük a^* değeri, 165 °C’de 300 sn fırınlanan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek a^* değeri ise 190 °C’de 300 sn %30 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.33. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere fırınlanmış cips örneklerinde a^* değeri, sıcaklık ve süreye bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık, süre ve MTO’nun artması a^* değerini arttırmıştır.



Şekil 4.33. Fırınlanmış cips örneklerinin a^* değerinin üç boyutlu gösterimi

4.3.2.4.3. b^* değeri

Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla RSM’de çoklu yönlü regresyon analizleri yapılmış olup b^* değerine uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin b^* değeri tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır ($R^2=0.9480$ ve $\text{adj-}R^2=0.8896$).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y=186.88-1.53X_1-0.20X_2-1.71X_3+4.30E-005X_1X_2+8.41E003X_1X_3-2.48E-004X_2X_3+4.16E-003X_1^2+3.55E-004X_2^2+8.36E-003X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=15.26+1.54X_1+0.53X_2+1.06X_3+0.03X_1X_2+1.26X_1X_3-0.15X_2X_3+0.94X_1^2+1.28X_2^2+0.84X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Fırınlanmış cips üretiminde uygulanan sıcaklık-süre ve MTO'nun örneklerin b^* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.51. de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Fırınlanmış cips örneklerinin b^* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R^2
Model	96.76	9	10.75	16.22 ^a	0.9480
X_1	32.26	1	32.26	48.66 ^a	
X_2	3.77	1	3.77	5.69 ^c	
X_3	8.93	1	8.93	13.46 ^b	
X_1X_2	0.01	1	0.01	0.018	
X_1X_3	12.73	1	12.73	19.20 ^b	
X_2X_3	0.18	1	0.18	0.27	
X_1^2	10.52	1	10.52	15.87 ^b	
X_2^2	19.64	1	19.64	29.62 ^a	
X_3^2	2.65	1	2.65	3.99	
Kalıntı	5.30	8	0.66		
Uyum Eksikliği	3.37	3	1.12	2.90	
Saf Hata	1.94	5	0.39		
Toplam	102.06	17			

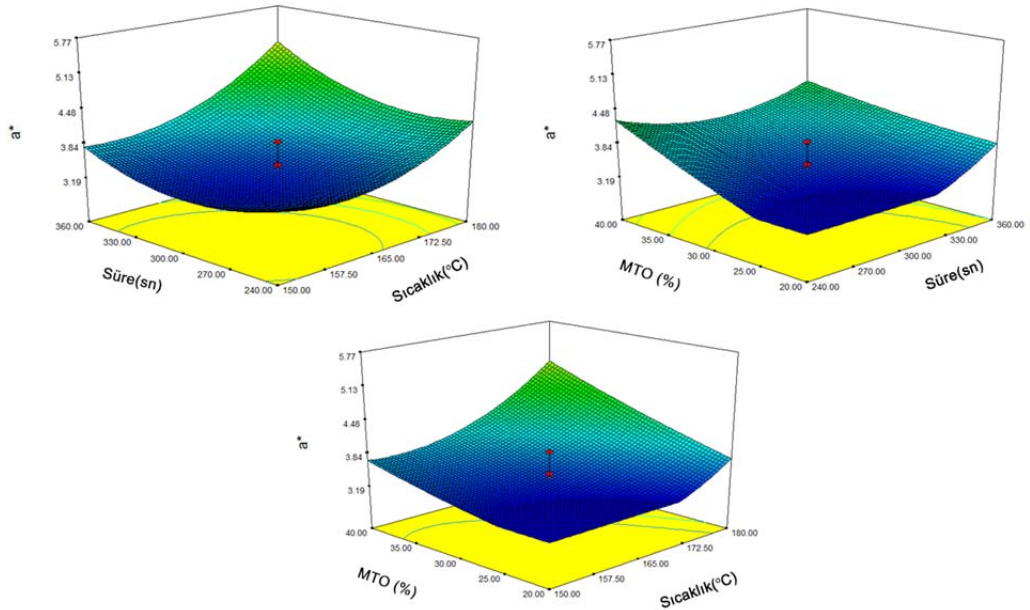
^a $p<0.001$, ^b $p<0.01$, ^c $p<0.05$, X_1 : Sıcaklık, X_2 : Süre, X_3 : Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.51. den de anlaşıldığı üzere örneklerin b^* değeri uygulama sıcaklığı, ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde fırınlanan cipslerde sıcaklık ($p<0.001$), MTO ($p<0.01$) süre ($p<0.05$) anlamlı bulunmuştur.

Fırınlanmış cipsin b^* değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.1411 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin fırınlanmış cips örneklerinin b^* değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış cips örneklerinin b^* değerleri Çizelge 4.48. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere b^* değeri 14.24 ile 22.39 aralığında değişim göstermiş ve en düşük b^* değeri, 165 °C'de 300 sn fırınlanan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek b^* değeri ise 180 °C'de 240 sn %40 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.34. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere fırınlanmış cips örneklerinde b^* değeri, sıcaklık, süre ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık, süre ve MTO'nun artması b^* değerini arttırmıştır.



Şekil 4.34. Fırınlanmış cips örneklerinin b^* değerinin üç boyutlu gösterimi

Renk cipslerin tüketici tarafından tercih edilmesini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Tüketiciler fırınlanmış cipslerde arzu ettikleri altın sarısı rengi görmek isterler. Cipslerin fırınlanması için uygulanan işlem parametreleri, katılan katkı maddeleri ve formülasyon ürünün rengini etkileyen başlıca faktörlerdir.

Literatürde mantar cipsi ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmadığından, çalışmamız kapsamında üretilen mantar cipsi formülasyonunda buğday unu kullanıldığı için literatür karşılaştırmalarında daha fazla buğday unu ve buğday unu katkı cips çalışmaları üzerinde durulmuştur.

MTO'nun artması L^* değerini düşürmüş, a^* ve b^* değerini ise arttırmıştır. Fırınlanmış ürünlerdeki rengin değişmesi formülasyona giren unun çeşidine bağlı olması çalışma sonucunu desteklemektedir (Noor ve komathi, 2009)

Yanıt yüzey yöntemine göre bayat ekmek unu ile zenginleştirilmiş buğday cipsi örneklerinde bayat ekmek ilavesinin, örneklerin L^* değerini azalttığı kırmızılık değerini ise arttırdığı tespit edilmiştir (Yüksel, 2014). Çalışma kapsamında da L^* ve a^* değerine ait veriler benzer değişimler göstermiştir.

Aynı un formülasyonunda hazırlanan cips örneklerinde, fırınlama süresinin artması örneklerin L^* değerinin azalmasına neden olmuştur. Örneğin %100 buğday unundan hazırlanan örneklerde 4 dak fırınlama işleminde L^* 78.32 iken 4.5 dak fırınlama işleminde bu değer 71.26'ya gerilemiştir. 5 dak fırınlandıktan sonra ise 66.82'ye düşmüştür. Aynı şekilde %40 yulaf unu ve %60 buğday unu karışımından hazırlanan örneklerden 4 dak fırınlama işleminde L^* değeri 71.29'dan, 4.5 dak fırınlama işleminde 67.03'e azalmıştır. 5 dak fırınlandıktan sonra ise bu değer 58.99'a gerilemiştir. Renk parametrelerinden a^* renk değeri bütün örneklerde fırınlama süresi arttıkça artmıştır. Örneklerden elde edilen b^* değerleri de fırınlama süresi artışı ile artmaktadır, %100 tam buğday unundan hazırlanan örneklerde b^* değerleri 4 dak fırınladığında 27.83, 4.5 dak fırınladığında 29.22 ve 5 dak fırınladığında 30.26 olarak bulunmuştur. Göncü (2011) tarafından yapılan bu çalışma bizim çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Mantar tozuna ait renk değerleri incelendiğinde fırınlanmış mantar cipslerinde mantar tozu renk değerlerine göre L* değeri azalmış, a* ve b* değerleri ise artmıştır. L* değerinin azalması önceki çalışmalarla da desteklenmektedir (Yüksel, 2014). a* değerinin artması ise buğday ununun kızarması sonucunda görülen kızarmış rengidir ki zaten Cankurtaran (2012) tarafından çalışılan buğday cipslerinin a* ve b* değeri, mantar tozundan daha yüksektir.

4.3.2.5. Duyusal analizler

Panelistlere örnekleri renk, tat ve gevreklik özellikleri açısından 7 ölçekli hedonik tip skala ile değerlendirmeleri istenmiştir. Daha sonra bu 3 özelliğe ait panelistlerin vermiş oldukları puanların aritmetik ortalaması alınarak genel beğeni skoru hesaplanmıştır. RSM’de yalnız genel beğeni puanına göre varyans analizleri ve üç boyutlu gösterimler verilmiş olup, renk, tat ve gevreklik skorları Çizelge 4.52. de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Fırınlanmış cips örneklerine ait duyusal analiz skorları

Deneme Noktası	Piştirme Sıcaklığı (°C)	Piştirme Sıcaklığı (°C)	Piştirme Sıcaklığı (°C)	Renk	Gevreklik	Tat/Koku	Genel beğeni
1	150	150	150	4.90±0.26 ^{bcd}	3.91±0.17 ^{cde}	5.74±0.16 ^a	4.85±0.31 ^{abc}
2	180	180	180	5.95±1.11 ^a	5.25±0.45 ^b	3.77±0.11 ^{def}	4.99±0.04 ^{ab}
3	150	150	150	5.26±0.65 ^b	5.50±0.38 ^b	4.69±1.27 ^{bc}	5.15±0.87 ^{ab}
4	180	180	180	6.25±0.12 ^a	6.50±0.11 ^a	3.36±1.28 ^{efg}	5.37±0.11 ^a
5	150	150	150	3.99±0.84 ^{efg}	2.95±0.32 ^f	3.02±0.93 ^{fg}	3.32±0.64 ^f
6	180	180	180	4.10±1.05 ^{ef}	3.25±1.25 ^{ef}	4.50±0.15 ^{bcd}	3.95±1.01 ^{de}
7	150	150	150	4.15±0.15 ^{ef}	3.08±0.64 ^f	4.74±1.01 ^{bc}	3.99±0.39 ^{de}
8	180	180	180	4.52±0.31 ^{cde}	3.86±0.78 ^{cde}	4.49±1.18 ^{bcd}	4.29±0.15 ^{cde}
9	139.77	139.77	139.77	2.99±0.98 ^f	2.12±0.15 ^g	2.57±0.86 ^g	2.56±0.55 ^g
10	190.23	190.23	190.23	3.65±0.47 ^{fgh}	5.45±0.33 ^b	4.52±0.74 ^{bcd}	4.54±1.00 ^{bcd}
11	165	165	165	3.25±0.14 ^{hi}	3.29±0.77 ^{def}	3.30±0.90 ^{efg}	3.28±0.12 ^f
12	165	165	165	4.57±0.42 ^{cde}	5.47±0.54 ^b	4.81±1.34 ^{bc}	4.95±0.94 ^{ab}
13	165	165	165	4.97±0.91 ^{bc}	5.49±0.22 ^b	4.90±0.80 ^b	5.12±0.33 ^{ab}
14	165	165	165	3.05±0.36 ^{hi}	2.75±1.04 ^{fg}	3.26±1.49 ^{efg}	3.02±0.06 ^{fg}
15	165	165	165	3.27±0.09 ^{hi}	4.15±0.56 ^c	4.25±0.17 ^{bcd}	3.89±0.99 ^e
16	165	165	165	3.45±0.85 ^{ghi}	3.99±1.03 ^{cde}	4.98±0.96 ^b	4.14±0.21 ^{de}
17	165	165	165	4.62±0.63 ^{bcd}	4.12±0.67 ^c	5.87±1.50 ^a	4.87±0.88 ^{abc}
18	165	165	165	4.26±0.33 ^{def}	4.13±0.87 ^c	4.06±1.53 ^{cde}	4.15±1.09 ^{de}
19	165	165	165	4.91±1.01 ^{bcd}	5.47±0.51 ^b	4.20±0.16 ^{bcd}	4.86±0.13 ^{abc}
20	165	165	165	4.30±0.44 ^{def}	5.98±0.66 ^{ab}	3.34±0.80 ^{efg}	4.54±0.56 ^{bcd}

a-i Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Genel beğeni için RSM’de regresyon analizleri yapılmış olup, uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin genel kabul edilebilirlik için seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır ($R^2=0.8127$ ve $\text{adj-}R^2=0.6021$).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -32.83 + 0.46X_1 + 0.03X_2 - 0.45X_3 - 3.47E-005X_1X_2 + 4.751E004X_1X_3 + 6.87E-005X_2X_3 - 1.35E-003X_1^2 - 2.88E-005X_2^2 + 4.87E-003X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y = 4.41 + 0.34X_1 + 0.33X_2 - 0.60X_3 - 0.03X_1X_2 + 0.07X_1X_3 + 0.04X_2X_3 - 0.30X_1^2 - 0.10X_2^2 + 0.49X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Çizelge 4.53.den de anlaşıldığı üzere örneklerin genel beğeni skoru uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO’ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde MTO ($p < 0.01$), fırınlama sıcaklığı ve süresi ise istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.53. Fırınlanmış cips örneklerinin genel beğeni üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	7.54	9	0.84	3.86 ^b	0.8127
X ₁	1.56	1	1.56	7.19 ^b	
X ₂	1.48	1	1.48	6.82 ^b	
X ₃	2.89	1	2.89	13.31 ^a	
X ₁ X ₂	7.81E-003	1	7.81	0.04	
X ₁ X ₃	0.04	1	0.04	0.19	
X ₂ X ₃	0.01	1	0.01	0.06	
X ₁ ²	1.11	1	1.11	5.09	
X ₂ ²	0.13	1	0.13	0.59	
X ₃ ²	0.90	1	0.90	4.14	
Kalıntı	1.74	8	0.22		
Uyum Eksikliği	0.90	3	0.30	1.77	
Saf Hata	0.84	5	0.17		
Toplam	9.28	17			

^ap<0.01, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Fırınlanmış cipsin genel beğeni skoru belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.2683 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin fırınlanmış cips örneklerinin genel beğeni skorunun belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

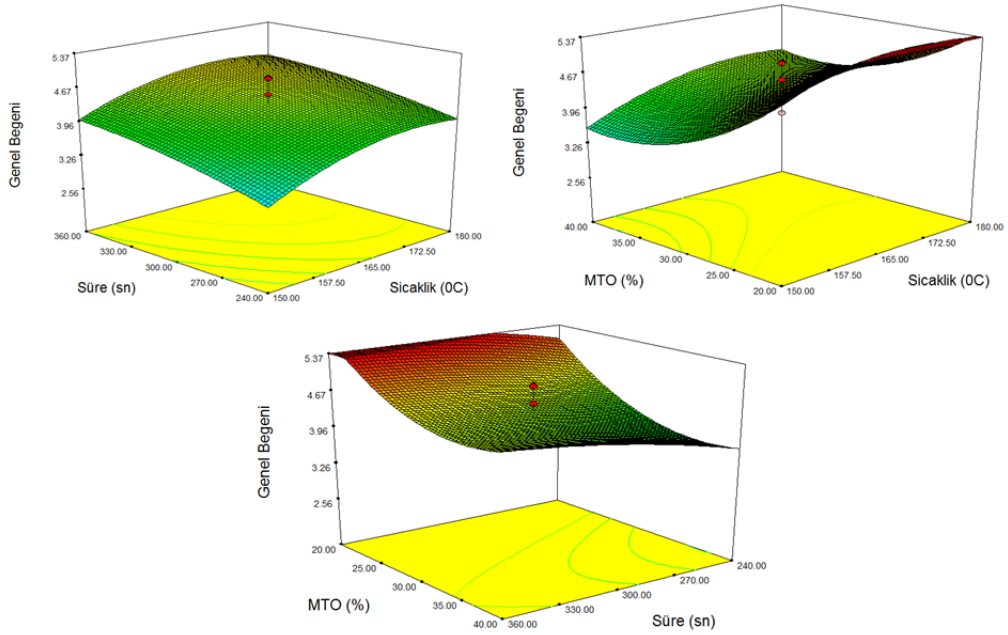
Yanıt yüzey yöntemine göre kızartılmış cips örneklerinin genel beğeni skoru Çizelge 4.52. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere genel beğeni skoru 2.56 ile 5.37 aralığında değişim göstermiş ve en düşük genel beğeni skoru, 140 °C’de 300 sn fırınlanan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek genel beğeni skoru ise 180 °C’de 360 sn %20 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Gıdalarda tekstürel özellikler iki farklı yolla ölçülebilir. Bunlar; enstrümental ölçümler ve duyuşal özelliklerdir. Tekstür ölçümlerinde enstrümental analizler duyuşal analizlere göre daha kısa zamanda daha kolay sonuçlar alınır (Kayacier ve Singh, 2003a). Ancak enstrümental ölçümler her zaman yeterli değildir, bu verilerin duyuşal verilerle karşılaştırılması gerekir.

Fırınlanmış mantar cipslerinin enstrümental sertlik değerleri ile duyuşal analiz neticesinde belirlenen gevreklik arasında korelasyon katsayısı -0,649 olarak tespit

edilmiştir. Nitekim gevreklik skorları artarken sertlik değerleri de azalmakta olması bu sonucu doğrulamaktadır. Katılan MTO'nun cipslerin yapısını sıkılaştırması sonucu örneklerin enstrümantal sertliklerini arttırdığı düşünülmektedir. Nitekim Yüksel (2014) tarafından yapılan buğday cipsi örneklerinin sertlik değerlerinin duyuşal özelliklerden gevreklik ile arasında Pearson korelasyon katsayısının $-0,581$ olarak bulunması; buğday cipsi örneklerinin gevreklik skorları ile, sertlik değerleri arasında ters orantı olduğu sonucunu desteklemektedir. Bunun sebebi olarak cips hamuruna katılan bayat ekmeğinin cipslerin yapısını sıkılaştırması sonucu örneklerin enstrümantal sertliğinin artması ve duyuşal sertliğin ise tam tersi olarak azalması panelistlerin gevreklik skorlarına yüksek puan vermesi gösterilmiştir.

Şekil 4.35. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere fırınlanmış cips örneklerinde genel beğeni skoru sıcaklık, süre ve MTO'na bağlı olarak değişmiştir. Sıcaklık ve sürenin artması genel beğeniye arttırırken MTO'nun artması ise genel beğeniye azaltmıştır.



Şekil 4.35. Fırınlanmış cips örneklerinin genel beğeninin üç boyutlu gösterimi

Duyusal özelliklerin değerlendirilmesinde literatürde benzer formülasyon olmamasından dolayı diğer araştırma sonuçları ile mukayese etmek mümkün olmamıştır.

4.3.2.6. Fırınlanmış cipsin optimizasyonu

Fırınlanmış cipslerin fizikokimyasal, tekstürel, biyokimyasal, duyuşal özellikleri belirlendikten sonra Desing Expert (Versiyon:7.0, StatEase, ABD) yazılımı kullanılarak fırınlanmış cips için optimizasyonun kriterleri, bağımsız değişkenlerden fırın sıcaklığı ve süresi deneme dizaynında belirtilen değerler aralığında, MTO maksimum amaçla en yüksek (5) önemlilikte girilmiştir. Bağımlı değişkenlerden TFMM, protein, genel beğeni maksimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, EC₅₀ ve su aktivitesi minimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, kuru madde, kül, L*, a*, b* değerleri ve sertlik ise analizlenen tüm deneme dizaynları sonuçları için bulunan değerler aralığında olarak belirlenmiştir. Programa girilen bilgiler ışığında depolama için üretilecek örnek işlem normları belirlenmiştir. (Çizelge 4.54.).

Çizelge 4.54. Fırınlanmış cipsin optimizasyon normları

İsim	Kriter	Minimum limit	Maksimum limit	Önemlilik
Sıcaklık (°C)	Aralığında	150	180	3
Süre (sn)	Aralığında	240	360	3
MTO (%)	Maksimum	20	40	5
EC ₅₀ (g örnek/gDPPH)	Minimum	74.82	426.50	5
TFMM(mgGAE/100görnek)	Maksimum	48.80	120.96	5
Genel beğeni	Maksimum	2.56	5.37	5
Kül (%)	Aralığında	1.42	3.04	3
Protein (%)	Maksimum	12.16	19.22	5
TKMM (%)*	Aralığında	95.63	98.75	3
Su aktivitesi	Minimum	0.11	0.89	5
L*	Aralığında	49.72	72.13	3
a*	Aralığında	3.19	5.77	3
b*	Aralığında	14.24	22.39	3
Sertlik (kg)	Aralığında	15.84	38.37	3

* Toplam kurumadde miktarı

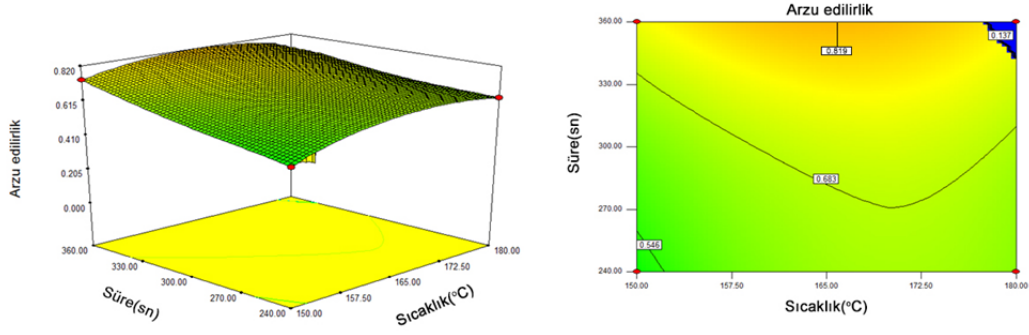
Optimizasyon kriterlerinin bu şekilde belirlenmesindeki amaç; mantarın sahip fizikokimyasal özelliklerden protein ve su aktivitesi, biyokimyasal özelliklerden de

antioksidan aktivite ve TFMM, duyuşal özelliklerden de genel beğeni dikkate alınmıştır. Ayrıca bağımsız değişkenlerden MTO oranı dikkate alınmıştır. Bu yanıtla göre optimize edilmesindeki amaç mantarların yayarışlılık özelliklerinin belirlenmesinde protein, antioksidan aktivite ve TFMM üzerinde durulmasıdır. Literatür çalışmalarıda bunu destekler niteliktedir (Gücin, 1994; Breene, 1990; Cohen ve ark., 2002). Su aktivitesinin önemsenmesinde ki amaç ise raf ömrünün dikkate alınması, MTO ise tez çalışmasının amacı olduğundan ve elde edilecek son ürüne fonksiyonel özellik katacağı düşünöldüğünden dolayı en yüksek miktarda kullanımı dikkate alınmıştır.

Tüm bu değerler sisteme girildiğinde 165.91°C’de 360 sn. de %40 MTO katkılı olarak hazırlanan cips örnekleri istenilen kriterler ışığında optimum norm olarak belirlenmiştir. Optimum koşullardaki kabul edilebilirlik “desirability fonksiyonu” değeri 0.819 olarak 5 farklı nokta belirlenmiş olup fırınlanmış cips için depolanmada 1. sonuç dikkate alınarak üretim yapılmıştır (Ek-2). Ancak teknik olarak 165.91°C’ye ulaşamadığından fırın sıcaklığı 166 °C olacak şekilde işlem yapılmıştır. Üretilen cips örneği modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile paketlenmiş ve 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün boyunca 25°C’de depolanarak fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyuşal analizler yapılmıştır.

Kabul edilebilirliğin yüksek olması sonucu bize seçtiğimiz modelin uyumluluğunu ve optimizasyon işleminin güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Fırınlanmış cipsin optimizasyonunun üç boyutlu gösterimleri Şekil 4.36. da verilmiştir.



Şekil 4.36. Fırınlanmış cipsin optimizasyonunun üç boyutlu gösterimleri

Fırınlanmış cipslerin, kızartılmış cipslerden en büyük farklılığı düşük yağ içeriği ve kalori düzeyidir ve özellikle son zamanlarda artan düzeyde ilgi görmektedir. Ancak fırınlanmış cipslerin tat ve aromaları kızartılmış cipslerden farklılık arz etmektedir (Kayacier ve Singh, 2003).

Göncü, (2011) tarafından yapılan cips çalışmasında, 210°C’ de 4.5 dak. fırınlanan cips örnekleri duyusal olarak daha fazla beğenilmiştir.

Ancak kızartılmış cipslerin sertlik değeri, fırınlanmış cipslerden daha düşüktür (Ahza ve ark., 2015). Cipslerde sertlik arttıkça duyusal analizden elde edilen skorlar düşmektedir (Göncü, 2011). Çalışmamız kapsamında kızartılmış mantar cipsinin duyusal skoru, fırınlanmış cipslerden daha yüksek çıkmıştır. Burada da en büyük etkiyi duyusal değerlendirmede etkili olan gevreklik oluşturmaktadır. Duyusal değerlendirmede kızartılmış mantar cipsi için gevreklik skoru (4.81), fırın cips için (4.34) belirlenen gevreklik skorundan daha yüksek olarak belirlenmiştir.

4.3.3. Mikrodalga fırın yöntemi ile pişirilmiş istiridye mantarı cips üretimi

Yanıt yüzey yöntemi deneme dizaynına göre oluşturulmuş mikrodalga fırın yöntemi ile pişirilmiş istiridye mantarı tozu katkılı cips örnekleri ait fizikokimyasal özellikler, yine aynı paket programda oluşturulan deneme modellerine göre ayrı ayrı irdelenmiştir. İncelenen mantar türü tek olduğundan bundan sonraki açıklamalarda ‘‘mikrodalga fırın yöntemi ile pişirilmiş istiridye mantarı tozu katkılı cips’’ yerine

“mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips” ifadesi, “mantar tozu oranı” yerine de MTO kısaltması kullanılacaktır.

4.3.3.1. Fizikokimyasal analizler

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde paket programın verdiği deneme noktalarına göre üretimler yapılmış olup örneklere ait bazı fizikokimyasal özellikler Çizelge 4.55. de verilmiştir.

Çizelge 4.55. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları

Deneme Noktası	Piştirme Gücü (watt)	Piştirme Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)	Kurumadde (%)	Kül* (%)	Protein* (%)	aw
1	600	80	20	96.15±0.52 ^{de}	1.75±0.17 ^k	13.39±0.01 ^{gh}	0.45±0.11 ^b
2	900	80	20	97.45±0.96 ^{bcd}	2.34±0.01 ^j	15.95±0.24 ^{efg}	0.39±0.25 ^{bc}
3	600	170	20	97.11±1.84 ^{cde}	1.99±0.30 ^k	14.55±1.65 ^{fgh}	0.41±0.03 ^{bc}
4	900	170	20	98.54±0.13 ^{abc}	2.85±0.28 ^{efgh}	16.97±0.01 ^{def}	0.15±0.01 ^{def}
5	600	80	40	98.44±0.48 ^{abc}	3.07±0.18 ^{cdef}	18.76±0.93 ^{abcd}	0.28±0.18 ^{cde}
6	900	80	40	98.13±0.34 ^{abcde}	3.39±0.08 ^{abc}	19.45±0.92 ^{abcd}	0.16±0.01 ^{def}
7	600	170	40	98.99±1.41 ^{abc}	3.28±0.10 ^{bcd}	19.06±0.64 ^{abcd}	0.19±0.03 ^{def}
8	900	170	40	99.74±1.34 ^a	3.69±0.03 ^a	20.28±0.07 ^a	0.09±0.75 ^f
9	497.73	125	30	95.98±0.61 ^e	2.57±0.03 ^{ghij}	13.49±1.82 ^{gh}	0.71±0.08 ^a
10	1002.27	125	30	98.76±0.28 ^{abc}	3.08±0.10 ^{cdef}	18.55±1.20 ^{abcd}	0.13±0.03 ^{def}
11	750	49.32	30	96.02±1.67 ^e	2.85±0.17 ^{efgh}	12.87±0.54 ^h	0.53±0.03 ^b
12	750	200.68	30	98.92±0.31 ^{abc}	3.35±0.16 ^{bc}	19.83±1.23 ^{ab}	0.11±0.01 ^{ef}
13	750	125	13.18	96.11±0.88 ^{de}	2.45±0.07 ^{ij}	15.39±2.09 ^{efgh}	0.29±0.03 ^{cd}
14	750	125	46.82	99.4±0.47 ^{ab}	3.48±0.04 ^{ab}	20.75±0.35 ^a	0.13±0.03 ^{def}
15	750	125	30	97.57±0.10 ^{abcde}	2.85±0.10 ^{efgh}	20.43±1.47 ^a	0.19±0.01 ^{def}
16	750	125	30	97.48±1.40 ^{abcde}	2.74±0.18 ^{fghg}	15.14±1.54 ^{efgh}	0.15±0.01 ^{def}
17	750	125	30	98.32±1.32 ^{abcd}	3.10±0.21 ^{cde}	17.05±0.21 ^{cdef}	0.21±0.0 ^{def}
18	750	125	30	98.01±0.55 ^{abcde}	2.54±0.13 ^{hij}	18.65±1.26 ^{abcd}	0.19±0.01 ^{def}
19	750	125	30	98.50±1.30 ^{abc}	2.99±0.07 ^{def}	17.37±1.65 ^{bcd}	0.20±0.06 ^{def}
20	750	125	30	98.19±0.55 ^{abcde}	2.89±0.04 ^{efg}	19.70±0.58 ^{abc}	0.14±0.06 ^{def}

a-k Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

* % Kurumadde üzerinden hesaplanmıştır

4.3.3.1.1. Kurumadde miktarı

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips uygulanmasında uygulanan güç-süre ve aynı zamanda hamur formülasyonuna katılacak MTO, kurumadde miktarı üzerine etkisini gösteren kuadratik modele göre yapılan deneme desenini ortaya koyan eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin kurumadde tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayılarının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır. Kurumadde için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayısı (R^2) 0.8729 ve adj-R^2 değeri 0.7585 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Diğer taraftan adj-R^2 ile pre-R^2 değerleri arasındaki farkın 0,2 değerinden küçük olması Design Expert paket programı tarafından seçilen modelin uygunluğunu göstermektedir.

Gerçek değerler cinsinden;

$$Y=85.63+0.01X_1+6.23X_2+0.20X_3+2.203E-005X_1X_2-1.91E-004X_1X_3+3.05E-005X_2X_3-4.77E-006X_1^2-3.56E-004X_2^2+2.87X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=97.99+0.57X_1+0.67X_2+0.85X_3+0.15X_1X_2-0.29X_1X_3-0.01X_2X_3-0.11X_1^2-0.07X_2^2+0.02X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç-süre ve MTO'nun örneklerin kurumadde (%) üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.56. da verilmiştir

Çizelge 4.56. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin kurumadde (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	21.46	9	2.38	7.63 ^b	0.8729
X ₁	4.51	1	4.51	14.42 ^b	
X ₂	6.05	1	6.05	19.35 ^b	
X ₃	9.82	1	9.82	31.43 ^a	
X ₁ X ₂	0.18	1	0.18	0.57	
X ₁ X ₃	0.66	1	0.66	2.10	
X ₂ X ₃	1.51E-003	1	1.51E-003	4.83	
X ₁ ²	0.17	1	0.17	0.53	
X ₂ ²	0.07	1	0.07	0.24	
X ₃ ²	0.01	1	0.01	0.03	
Kalıntı	3.13	10	0.31		
Uyum Eksikliği	2.28	5	0.46	2.71	
Saf Hata	0.84	5	0.17		
Toplam	24.59	19			

^ap<0.001, ^bp<0.01, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.56. dan da anlaşıldığı üzere örneklerin kurumadde içerikleri uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde ve MTO'nun örneklerin kurumadde içerikleri üzerine etkisi (p<0.001), fırın güç ve süresinin etkisi (p<0.01) önemli bulunurken diğer terimler ise önemsiz bulunmuştur.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin kuru maddesinin belirlenmesinde elde edilen lack of fit değeri 0.1492 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin kızartılmış cips üretimine model olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin kurumadde (%) değerleri Çizelge 4.55. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere kurumadde değerleri %95.98 ile %99.74 aralığında değişim göstermiş ve en düşük kurumadde değeri, 497 Watt'da 125 sn fırınlanan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek kurumadde değeri, 900 Watt'da 170 sn %40 MTO katkılı örneklerde elde edilmiştir.

Literatürde mikrodalga fırın ile pişirilmiş istiridye mantarı cipsi ile ilgili çalışmaya rastlanılmadığından karşılaştırma imkanı olmamıştır. Ancak bu bölümde diğer hammaddelerden yapılmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ve mikrodalga uygulamasıyla pişirilmiş gıdalardaki kurumadde değişimlerine yer verilmiştir.

Mikrodalga fırında pişirilen çeşitli ürünlerde geleneksel fırınla pişirilenlere kıyasla daha yüksek nem kaybı meydana geldiği belirlenmiştir (Cross ve Fung, 1982). Yüksek nem kaybının sebebinin mikrodalga fırın ile pişirilen ürünlerde fırından alındıktan sonra sıcaklıktaki büyük artış nedeniyle, evaporasyonla dehidrasyonun fazlaştığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Cross ve Fung, 1982).

Elektrikli fırında pişirilen patateslerin nem içeriği, mikrodalga fırında pişirilen patateslerin nem içeriğine göre daha yüksek bulunmuş olup ancak bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı bildirilmiştir ($p>0.05$) (Karakaya ve Kavas, 1992).

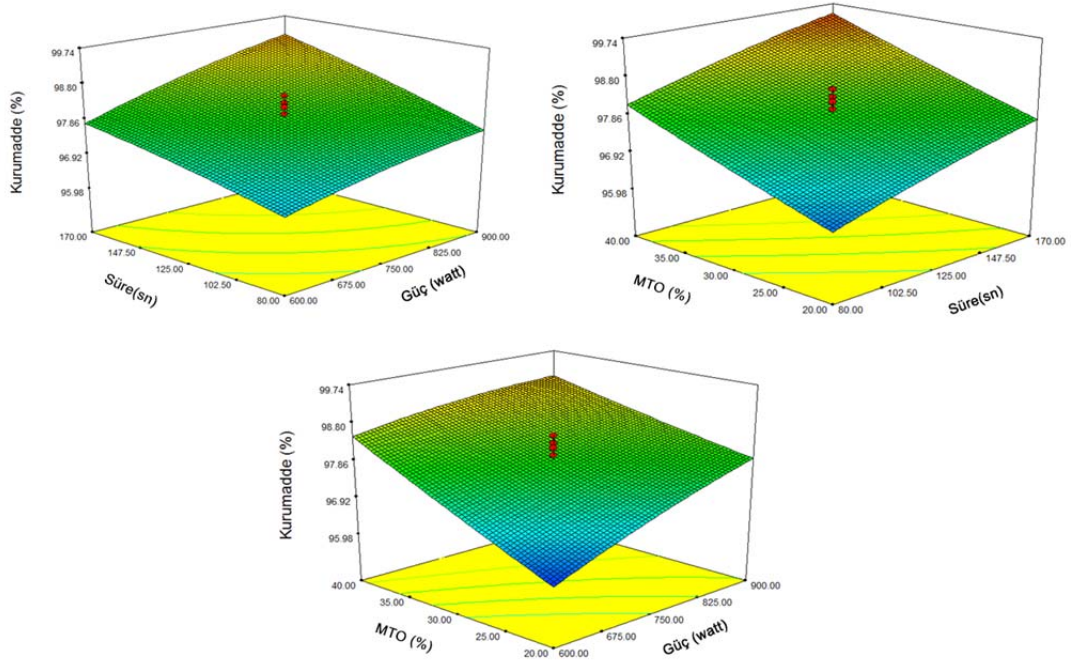
Balıkların pişirilmesinde kullanılan mikrodalga fırından elde edilen kurumadde değerlerinin, konvansiyonel yöntemle pişirilen balıktan daha yüksek olduğu görülmüştür (Sağun ve ark., 1997).

Kalkan balığı fletosu mikrodalga ve elektrikli fırında pişirilmiş, her iki pişirme arasında rutubet kaybı bakımından önemli bir fark bulunmamıştır. Çiğ örneklerdeki ortalama rutubet 71.11 ± 8.51 , mikrodalga ile pişirilenlerde ortalama 65.80 ± 0.48 ve elektrikli fırında pişirilenlerde ise 65.46 ± 0.45 olarak bulunmuştur (Madeira and Penfield, 1985).

Sığır köftelerinin geleneksel ve mikrodalga fırında pişirmede rutubet kaybını aynı bulunmuştur. Aynı araştırmacılar geleneksel yöntemlerle pişirilen sığır ve domuz butlarındaki rutubet kaybını mikrodalga ile pişirilenlere göre önemli derecede daha düşük bulmuşlardır ($p\leq 0.05$) (Kylan ve ark., 1964).

Türk Standartları Enstitüsü'nün patates ve mısır cipsleri için belirlediği rutubet değerleri, patates cipslerinde ağırlıkça en çok %3.5, mısır cipslerinde ise en çok %3.0 olmalıdır (Anonim, 1993; Talburt ve Smith, 1986). Türk Standartları Enstitüsünde mantar cipsi ile ilgili bir standardizasyon olmadığından karşılaştırmada patates ve mısır cipsleri kullanılmış olup, elde edilen mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin ortalama sonuçları yasal sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir.

Yer elmasının mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde mikrodalga gücü ve süresine bağlı olarak nem değerleri azalmıştır ($p<0.05$) (Baltacıoğlu, 2012). Şekil 4.37. den anlaşıldığı üzere mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin de kurumadde miktarı güç, süre ve MTO'ya bağlı olarak artmıştır.



Şekil 4.37. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin % kurumadde miktarlarının üç boyutlu gösterimi

4.3.3.1.2. Kül miktarı

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips uygulanmasında uygulanan güç-süre ve aynı zamanda hamur formülasyonuna katılacak MTO, kül miktarı üzerine etkisini

gösteren kuadratik modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin kül tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayılarının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır.

Kurumadde için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayısı (R^2) 0,8773 ve adj- R^2 değeri 0,7670 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Diğer taraftan adj- R^2 ile pre- R^2 değerleri arasındaki farkın 0,2 değerinden küçük olması Design Expert paket programı tarafından seçilen modelin uygunluğunu göstermektedir.

Gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -1.76 + 5.54X_1 - 5.86X_2 + 0.09X_3 + 6.67E-006X_1X_2 - 6.00E-005X_1X_3 - 6.67E-005X_2X_3 - 2.06E-006X_1^2 + 2.51E-005X_2^2 + 3.12E-005X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y = 2.86 + 0.22X_1 + 0.15X_2 + 0.46X_3 + 0.04X_1X_2 - 0.09X_1X_3 - 0.03X_2X_3 - 0.04X_1^2 + 0.05X_2^2 + 3.11E-003X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç-süre ve MTO'nun örneklerin kül (%) üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.57. de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin kül (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	4.01	9	0.45	7.95 ^b	0.8773
X ₁	0.68	1	0.68	12.06 ^b	
X ₂	0.32	1	0.32	5.77 ^c	
X ₃	2.84	1	2.84	50.77 ^a	
X ₁ X ₂	0.02	1	0.01	0.29	
X ₁ X ₃	0.06	1	0.06	1.16	
X ₂ X ₃	7.20E-003	1	7.20E-003	0.13	
X ₁ ²	0.03	1	0.03	0.55	
X ₂ ²	0.03	1	0.04	0.67	
X ₃ ²	1.40E-004	1	1.40	2.5E-003	
Kalıntı	0.56	10	0.06		
Uyum Eksikliği	0.37	5	0.07	1.92	
Saf Hata	0.19	5	0.04		
Toplam	4.57	19			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05 X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.57. den de anlaşıldığı üzere örneklerin kül içerikleri uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde MTO'nun örneklerin kül içerikleri üzerine etkisi (p<0.001), mikrodalga gücü (p<0.01), süre ise (p<0.05) olarak anlamlı bulunmuştur.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin kül miktarının belirlenmesinde elde edilen lack of fit değeri 0.2457 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin, mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde kül miktarının belirlenmesine model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin kül (%) değerleri Çizelge 4.55. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere kül değerleri %1.75 ile %3.69 aralığında değişim göstermiş ve en düşük kül değeri, 600 Watt'da 80 sn mikrodalga fırın ile pişirilmiş %20 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek kül ise 900 Watt'da 170 sn %40 MTO katkılı örnekte tespit edilmiştir.

Literatürde mikrodalga fırın ile pişirilmiş istiridye mantarı cipsi ile ilgili çalışmaya rastlanılmadığından karşılaştırma imkanı olmamıştır. Ancak bu bölümde

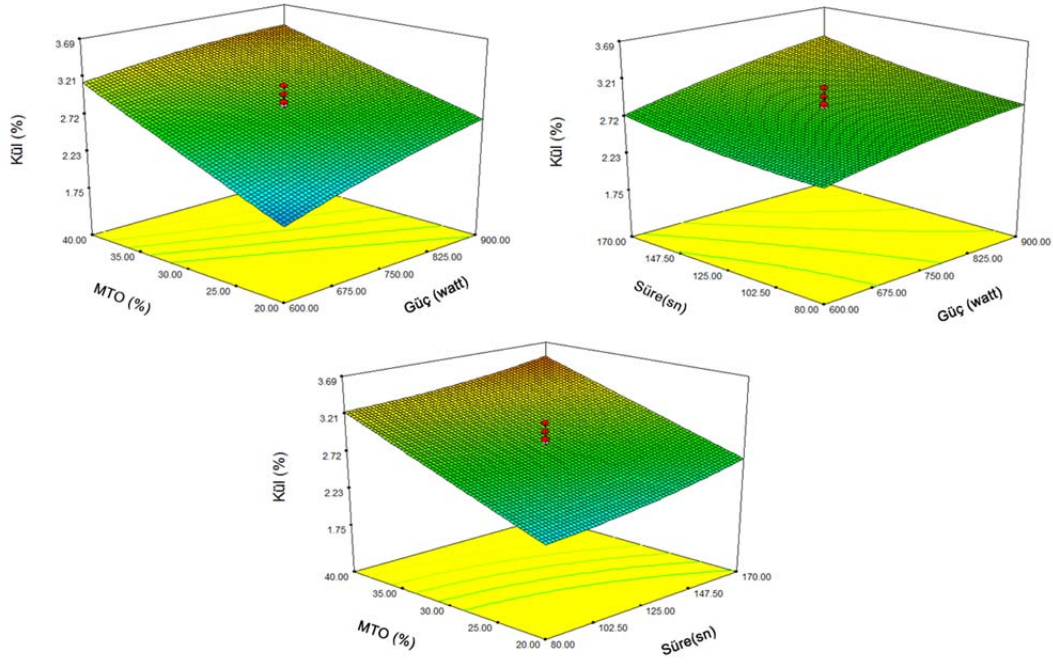
diğer hammaddelerden yapılmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine yer verilmiştir.

Cips üretiminde kullanılan hammaddeye bağlı olarak son üründe kül değerleri değişmektedir (Duman ve ark., 2012; Ward ve ark., 1998). MTO'nun artmasına bağlı olarak cips örneklerinin de kül miktarının arttığı görülmektedir.

Mikrodalga yöntemiyle pişirilen patateslerin kül içerikleri, elektrikli fırında pişirilen patateslerin kül içerikleri değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Ancak bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir (Karakaya ve Kavas, 1992).

Fırınlanmış mantar cipsinin kül miktarı, kızartılmış mantar cipsinin kuru kül miktarından daha düşük çıkmıştır. Bu farklılığın sebebinin kızartılmış cipslerde kuru maddenin daha yüksek çıkmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Mellema, 2003). Çünkü son üründe kül miktarı etkileyen faktörlerin başında kullanılan MTO etkili olmaktadır ki zaten Çizelge 4.38. de bu etki görülmektedir. Ancak kızartma ve fırınlama işlemlerinin her ikisinde de aynı miktarda MTO kullanılmıştır. Dolayısıyla bu durumun kurumadde içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.38. den anlaşıldığı üzere mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde kül miktarı, sıcaklık, süre ve MTO'ya bağlı olarak artmıştır.



Şekil 4.38. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin % kül miktarlarının üç boyutlu gösterimi

4.3.3.1.3. Protein miktarı

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş ciplere uygulanan güç-süre ve aynı zamanda hamur formülasyonuna katılacak MTO, protein miktarı üzerine etkisini gösteren kuadratik modele göre yapılan deneme desenini ortaya koyan polinomiyal modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerleri cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin protein miktarı tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayılarının diğer modellerden daha yüksek olmasından ileri gelmektedir.

Protein miktarı tayini için oluşturulan kuadratik modelin regresyon katsayısı (R^2) 0.7472 ve adj- R^2 değeri 0.5217 olarak bulunmuştur.

Kuadratik model gerçek değerler cinsinden;

$$Y=20.13+0.05X_1+0.09X_2+0.03X_3+7.22E-006X_1X_2-2.56E-004X_2X_3-2.92E-004X_2X_3-2.67E-005X_1^2-2.39E-004X_2^2+1.23X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=18.04+1.13X_1+1.10X_2+1.88X_3+0.05X_1X_2-0.38X_1X_3-0.13X_2X_3-0.60X_1^2-0.48X_2^2+0.12X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç-süre ve MTO'nun örneklerin protein (%) değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.58. de verilmiştir.

Çizelge 4.58. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin protein (%) değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	92.15	9	10.24	3.30 ^b	0.7482
X ₁	17.37	1	17.37	5.60 ^b	
X ₂	16.51	1	16.51	5.32 ^b	
X ₃	48.38	1	48.38	15.60 ^a	
X ₁ X ₂	0.02	1	0.02	6.13	
X ₁ X ₃	1.18	1	1.18	0.38	
X ₂ X ₃	0.14	1	0.14	0.04	
X ₁ ²	5.21	1	5.21	1.68	
X ₂ ²	3.38	1	3.38	1.09	
X ₃ ²	0.22	1	0.22	0.07	
Kalıntı	31.00	10	3.10		
Uyum Eksikliği	12.33	5	2.47	0.66	
Saf Hata	18.68	5	3.74		
Toplam	123.15	19			

^ap<0.01, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

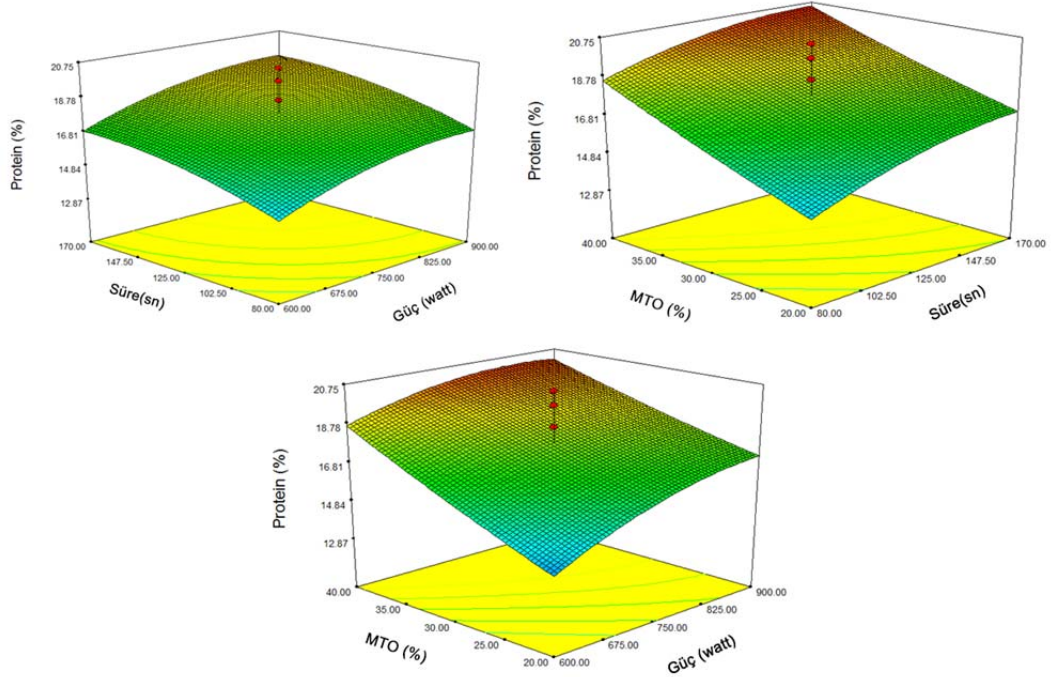
Çizelge 4.55. ve Çizelge 4.58. den anlaşıldığı üzere örneklerin protein miktarı uygulama gücü, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde MTO'nun örneklerin protein değeri üzerine etkisinin (p<0.01), güç ve sürenin ise istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) olduğu tespit edilmiştir.

RSM'de protein miktarı için seçilen kuadratik modelin uyumlu olduğu lack-of-fit değeri 0.6703 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin

fırınlanmış cipslerin protein miktarının belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin protein (%) değerleri Çizelge 4.55. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere protein değerleri %12.87 ila %20.75 aralığında değişim göstermiş ve en düşük %12.87 protein değeri, 750 Watt'da 49 sn ve %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek protein ise 750 Watt'da 125 sn ve %46.82 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.39. den anlaşıldığı üzere mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde protein miktarı, sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak artmıştır. Üç boyutlu gösterimler ve Çizelge 4.58. de görüldüğü gibi MTO'nun örneklerin protein değeri üzerine etkisi yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.001$) bulunurken, güç ve süre ise istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.39. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin % protein miktarlarının üç boyutlu gösterimi

Ürün geliştirme formülasyonlarına ilave edilen hammaddelerin sahip olduğu protein değerinin miktarı son ürünün de protein içeriğinde etkili olmaktadır. Hammaddenin protein değeri ne kadar yüksek ise son ürünün de protein değerini yükseltmektedir (Iwe, 2000; Martinez-Florez ve ark., 2005; Duman ve ark., 2012).

Mikrodalga yöntemiyle pişirilen gıdaların protein içeriklerinin genel olarak geleneksel yöntem ile pişirilenlere göre daha yüksek olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Cross ve Fung, 1982).

Mikrodalga fırında 650 watt'ta 9, 12 ve 15 dakika pişirilmiş, soya fasulyesinin azot miktarı değişmezken, protein çözünürlüğünün %80'den %16'ya düştüğü, protein kullanılabilirliği ise %73' ten %80' e arttığı görülmektedir (Hafez ve ark.,1989).

70°C orta sıcaklığına ulaşana dek 2 yöntemle pişirilen etlerde, mikrodalga ile pişirilen bifteklerin protein içeriklerinin geleneksel yöntemle pişirilenlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Cross ve Fung, 1982).

Hafez ve ark.(1989), soya proteininin mikrodalga fırında pişirilmesi sırasında toplam azot miktarının değişmediğini saptamışlardır.

Mikrodalga yöntemiyle pişirilen patateslerin protein içerikleri, yaş ağırlık üzerinden elektrikli fırında pişirilen patateslerin protein içeriklerine göre daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Kuru ağırlık bazında ise mikrodalga yöntemiyle pişirilen patateslerin protein içerikleri daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara bakıldığında mikrodalga yöntemiyle pişirilen cipslerin protein içeriği kızartma ve fırınlanmış cipslerden daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

4.3.3.1.4. Su aktivitesi (a_w)

Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla RSM'de çoklu yönlü regresyon analizleri yapılmış ve uygun modele ait 2.

dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin aw tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır ($R^2=8718$ ve adj- $R^2=07275$).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y=3.28-6.23X_1-6.48X_2+0.01X_3-3.33E-006X_1X_2+8.33E006X_1X_3+3.33E-005X_2X_3+3.77E-006X_1^2+2.44E-005X_2^2-4.93E-004X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=0.18-0.11X_1-0.08X_2-0.08X_3-0.02X_1X_2+0.01X_1X_3+0.01X_2X_3+0.08X_1^2+0.05X_2^2-0.05X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç-süre ve MTO'nun örneklerin aw üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.59. da verilmiştir.

Çizelge 4.59. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin aw üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

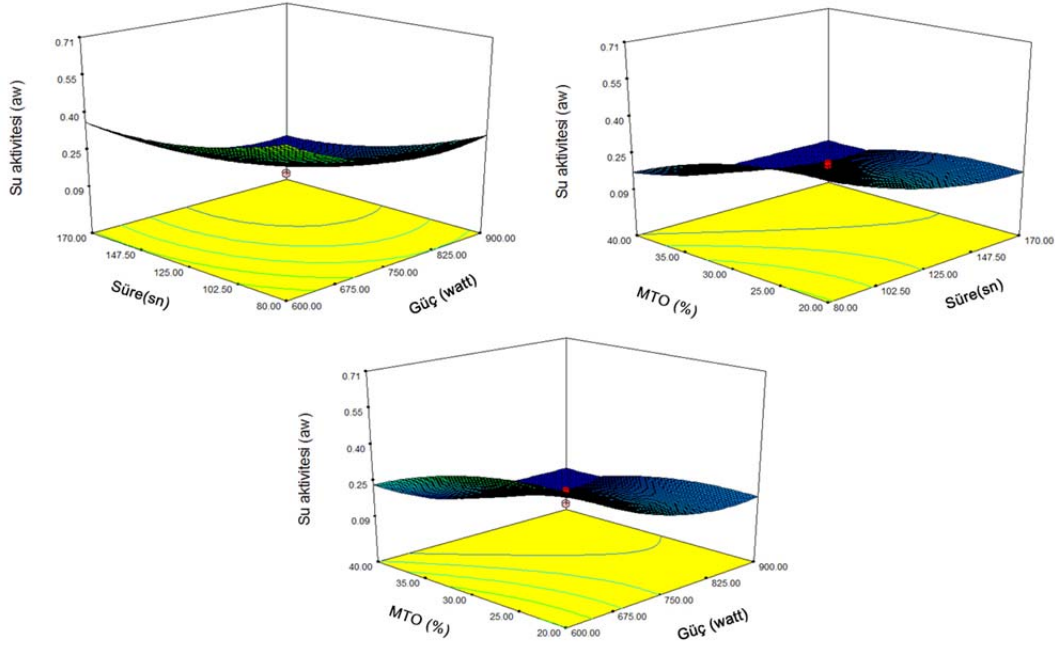
	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	0.43	9	0.05	6.04 ^a	0.8718
X ₁	0.17	1	0.17	21.45 ^a	
X ₂	0.10	1	0.10	12.27 ^a	
X ₃	0.06	1	0.06	7.37 ^b	
X ₁ X ₂	4.05E-003	1	4.05E-003	0.52	
X ₁ X ₃	1.25E-003	1	1.25E-003	0.16	
X ₂ X ₃	1.80E-003	1	1.80E-003	0.23	
X ₁ ²	0.09	1	0.09	11.02	
X ₂ ²	0.03	1	0.03	3.75	
X ₃ ²	9.21E-003	1	9.21E-003	1.18	
Kalıntı	0.06	8	7.84E-003		
Uyum Eksikliği	0.06	3	0.02	4.46	
Saf Hata	4.00E-003	5	8.00E-004		
Toplam	0.49	17			

^ap<0.01, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.59. dan da anlaşıldığı üzere örneklerin aw değeri mikrodalga gücü, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. Buna göre aw için oluşturulan kuadratik model için p değeri 0.05 ten küçük olan modelde; güç ve süre terimleri %1 hata seviyesinde önemli bulunurken, MTO ise %5 hata seviyesinde önemli bulunmuştur

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin aw değerleri Çizelge 4.55. den görüldüğü üzere 0.09 ile 0.71 aralığında değişim göstermiş ve en düşük aw değeri 900 Watt'da 170 sn ve %40 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek aw değeri ise 497 Watt'da 125 sn %30 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.40. da su aktivitesinin MTO, mikrodalga gücü ve süresine göre belirlenen üç boyutlu grafikleri incelendiğinde bu faktörlerin etkisi açık bir şekilde görülmektedir. Bu etki, aw değerinin mikrodalga fırın ile pişirilmiş örneklerinde uygulanan güç, süre ve MTO artışına bağlı olarak azaldığı ancak bu azalma uygulanan sıcaklık ve süre açısından çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı olduğu (p<0.001), kızartma süresinin ise yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı (p<0.01) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.40. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin aw değerlerinin üç boyutlu gösterimleri

4.3.3.2. Tekstürel özellikler

Cips gibi atıştırılabilir ürünlerin tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde yaygın olarak sertlik parametresi ön planda olduğu için, sertlik parametresi üzerinde durulmuştur. Ancak mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerin duyuşal olarak değerlendirildiği analizler kısmında, objektif olarak değerlendirilen sertlik, subjektif olarak belirlenen duyuşal skorlardan gevreklik ile ilişkilendirilerek açıklanmıştır.

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin sertlik değerleri Çizelge 4.60. da gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere sertlik değerleri 12.16 ile 30.05 aralığında değişim göstermiş ve en düşük sertlik değeri, 900 Watt'da 170 sn kızartılan %20 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek sertlik değeri ise 750 Watt'da 125 sn %46.82 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.60. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait sertlik değerleri

Deneme Noktası	Piştirme Gücü (watt)	Piştirme Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)	Sertlik değeri (kg)
1	600	80	20	18.33±1.58 ^{efg}
2	900	80	20	15.32±0.14 ^{hi}
3	600	170	20	15.98±0.69 ^{ghi}
4	900	170	20	12.16±1.81 ⁱ
5	600	80	40	26.35±1.34 ^b
6	900	80	40	23.22±1.82 ^{cd}
7	600	170	40	24.54±0.07 ^{bc}
8	900	170	40	20.72±1.54 ^{de}
9	497.73	125	30	23.53±0.85 ^c
10	1002.27	125	30	18.36±1.68 ^{efg}
11	750	49.32	30	18.04±0.98 ^{efgh}
12	750	200.68	30	16.94±1.39 ^{fgh}
13	750	125	13.18	14.12±1.82 ^{hi}
14	750	125	46.82	30.05±0.25 ^a
15	750	125	30	19.43±0.81 ^{ef}
16	750	125	30	20.08±1.77 ^c
17	750	125	30	20.54±0.75 ^{de}
18	750	125	30	20.23±0.20 ^e
19	750	125	30	20.04±1.39 ^e
20	750	125	30	18.20±1.02 ^{efg}

a-i Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

RSM'de yapılan dizayna göre cips hamuru formülasyonuna ilave edilen MTO, uygulanan güç ve sürenin mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin sertlik (kg) değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.61. de verilmiştir. Uygulanan faktörlerin örneklerinin sertlik (kg) değeri üzerine etkisini belirten kuadratik modele ait eşitlik gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden sırasıyla aşağıdaki şekildedir;

Gerçek değer cinsinden;

$$Y=21.96-0.02X_1+0.10X_2-0.01X_3-2.77E-005X_1X_2-1.00E-005X_1X_3+3.33E-004X_2X_3+1.28E-005X_1^2-4.59E-004X_2^2+6.93E-003X_3^2$$

Kodlanmış değer cinsinden;

$$Y=19.77-1.65X_1-0.85X_2+4.38X_3-0.19X_1X_2-0.01X_1X_3+0.15X_2X_3+0.29X_1^2-0.93X_2^2+0.69X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Çizelge 4.61. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

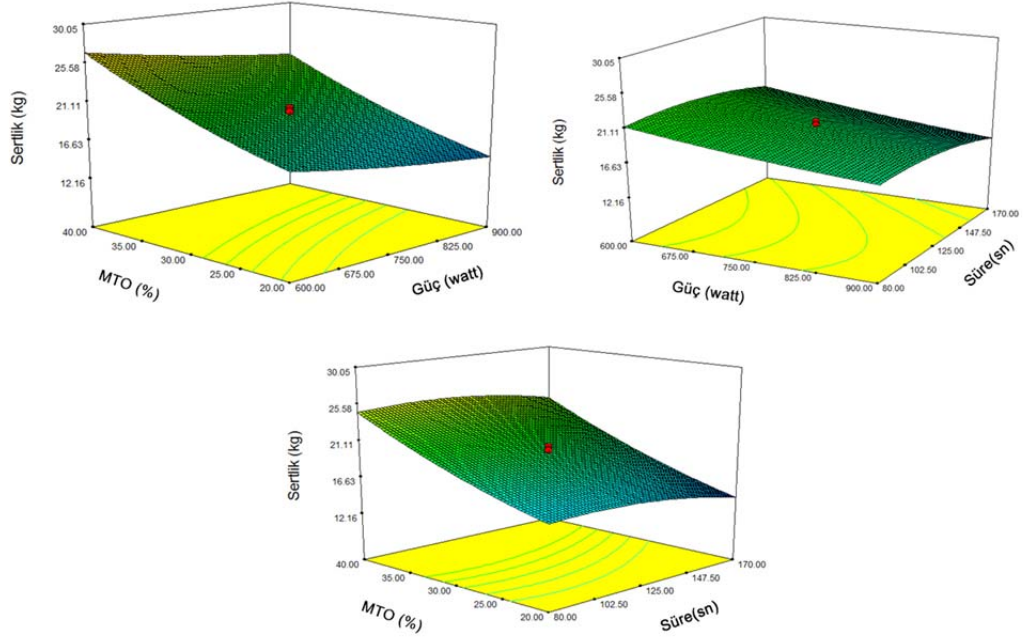
	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	332.45	9	36.94	41.95 ^a	0.9742
X ₁	36.99	1	36.99	42.01 ^a	
X ₂	9.97	1	9.97	11.33 ^b	
X ₃	262.12	1	262.12	297.70 ^a	
X ₁ X ₂	0.28	1	0.28	0.32	
X ₁ X ₃	1.80E-003	1	1.80E-003	2.04E-003	
X ₂ X ₃	0.18	1	0.18	0.20	
X ₁ ²	1.21	1	1.21	1.38	
X ₂ ²	12.50	1	12.50	14.20 ^b	
X ₃ ²	6.93	1	6.93	7.87	
Kalıntı	8.80	10	0.88		
Uyum Eksikliği	5.25	5	1.05	1.48	
Saf Hata	3.55	5	0.71		
Toplam	341.26	19			

^ap<0.001, ^bp<0.01, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.61. den de anlaşıldığı üzere örneklerin sertlik değeri uygulama gücü, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde bağımsız değişkenlerden, mikrodalga gücü ve MTO (p<0.001), süre ise (p<0.01) düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin sertlik değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.3391 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin sertlik değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Şekil 4.41. den anlaşıldığı üzere mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde sertlik değerleri güç, süre ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. Güç ve sürenin artması sertlik değerlerini düşürmüştü, MTO'nun artması ise sertlik değerlerini yüksek düzeyde arttırmıştır. Verilen üç boyutlu gösterimler yapılan istatistiksel analizleri destekler niteliktedir.



Şekil 4.41. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin sertlik değerlerinin üç boyutlu gösterimi

MTO'nun artmasına bağlı olarak sertliğin artmasının sebebinin mantarın içerdiği yüksek lif içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.3.3. Biyokimyasal analizler

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde toplam fenolik madde miktarları (TFMM) ve antioksidan aktivitesine bakılmıştır. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100g), antioksidan kapasitesi (antiradikal aktivite, %ARA) EC_{50} değeri hesaplanarak elde edilmiştir.

Yanıt yüzey yöntemine göre oluşturulan dizayna özgü deneme noktaları çalışılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.62. de verilmiş olup, EC_{50} ve TFMM değerlerine ait varyans analiz çizelgeleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Çizelge 4.62. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçları

Deneme Noktası	Piştirme Gücü (watt)	Piştirme Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)	EC ₅₀ (görnek/gDPPH)	TFMM (mgGAE/100görnek)
1	600	80	20	227.22±2.53 ^c	23.07±1.39 ⁿ
2	900	80	20	176.40±1.73 ^h	32.59±1.37 ^m
3	600	170	20	180.03±0.64 ^g	61.90±2.43 ^k
4	900	170	20	149.35±2.66 ⁱ	88.83±1.98 ^{gh}
5	600	80	40	103.50±1.00 ⁿ	87.35±0.86 ^h
6	900	80	40	92.97±0.18 ^o	141.64±2.33 ^b
7	600	170	40	87.47±0.88 ^ö	92.97±1.16 ^{efg}
8	900	170	40	31.07±0.40 ^p	176.96±2.94 ^a
9	497.73	125	30	343.52±2.25 ^a	26.27±1.12 ⁿ
10	1002.27	125	30	196.95±2.70 ^t	77.61±1.10 ^j
11	750	49.32	30	313.52±0.72 ^b	42.47±1.48 ^l
12	750	200.68	30	245.63±0.52 ^c	107.79±1.81 ^c
13	750	125	13.18	235.28±1.65 ^d	31.05±1.58 ^m
14	750	125	46.82	90.85±0.55 ^{öb}	110.54±2.62 ^c
15	750	125	30	151.45±0.86 ⁱ	97.15±2.39 ^{de}
16	750	125	30	136.65±0.92 ^k	91.53±2.16 ^{fg}
17	750	125	30	124.15±2.81 ^l	94.33±2.91 ^{ef}
18	750	125	30	144.72±1.40 ^j	96.46±1.58 ^{de}
19	750	125	30	149.75±2.19 ⁱ	98.64±1.07 ^d
20	750	125	30	120.15±1.57 ^m	81.86±1.63 ⁱ

a-ö Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.3.3.3.1. Antioksidan aktivite

Antioksidan aktivite testi, DPPH serbest radikali indirgeme aktivitesi EC₅₀ değeri üzerinden hesaplanarak verilmiştir.

RSM'de belirlenen dizayna göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde kullanılacak kuadratik modele ait eşitlik, gerçek ve kodlanmış değerler açısından sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Gerçek değer cinsinden;

$$Y=1095.63-3.29X_1-6.23X_2+56.24X_3-4.76E-004X_1X_2+1.21E-003X_1X_3-1.02E-003X_2X_3+2.08E-003X_1^2-0.02X_2^2-1.03X_3^2$$

Kodlanmış değer cinsinden ;

$$Y=137.81-28.92X_1-19.50X_2-52.25X_3-3.22X_1X_2+1.82X_1X_3-0.46X_2X_3+46.82X_1^2+50.12X_2^2-103.75X_3^2$$

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç-süre ve MTO'nun örneklerin EC₅₀ değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.63. de verilmiştir. Modele ait determinasyon katsayısı R²=0.9664 ve adj-R²=0.9286 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.63. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin EC₅₀ değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

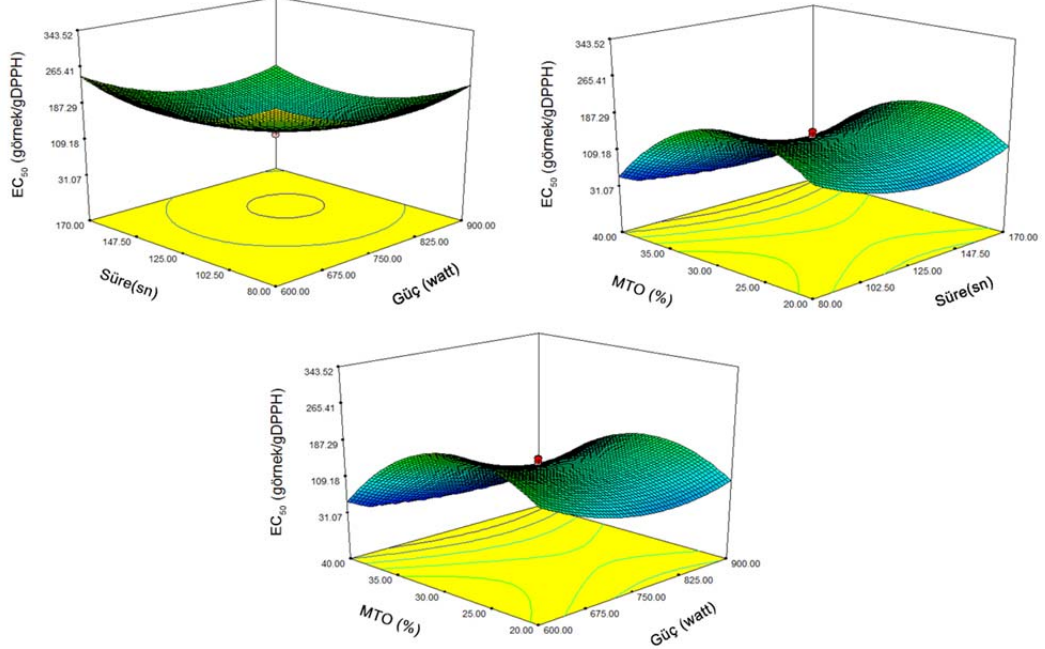
	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	1.01E+005	9	11183.32	25.56 ^a	0.9664
X ₁	11420.84	1	11420.84	26.10 ^a	
X ₂	5195.36	1	5195.36	11.87 ^b	
X ₃	21837.89	1	21837.89	49.91 ^a	
X ₁ X ₂	82.72	1	82.72	0.19	
X ₁ X ₃	26.55	1	26.55	0.06	
X ₂ X ₃	1.69	1	1.69	3.86E-003	
X ₁ ²	26304.57	1	26304.57	60.11 ^a	
X ₂ ²	30144.91	1	30144.91	68.89 ^a	
X ₃ ²	40726.48	1	40726.48	93.07 ^a	
Kalıntı	3500.68	8	437.59		
Uyum Eksikliği	2624.44	3	874.81	4.99	
Saf Hata	876.25	5	175.25		
Toplam	1.04E+005	17			

^ap<0.001, ^bp<0.01, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Analizler neticesinde belirlenen EC₅₀ değeri üzerine etkili bağımsız değişkenlerden güç ve MTO (p<0.001) bulunurken, süre ise (p<0.01) olarak tespit edilmiştir.

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin EC₅₀ değeri minimum olarak 31.07 g örnek/g DPPH, maksimum olarak ise 343.52 g örnek/g DPPH aralığında değişim göstermiştir. En yüksek EC₅₀ değeri 497 Watt'da 125 sn süreyle kızartılan %30 MTO örneklerde tespit edilirken, en düşük EC₅₀ değeri ise 900 Watt'da 170 sn süreyle kızartılan %40 MTO katkılı örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.62.). Üç boyutlu grafiksel gösterimlerden de anlaşıldığı üzere mikrodalga fırının gücünün ve süresinin aynı zamanda MTO'nun artmasının örneklerin EC₅₀ değerini azalttığı gözlemlenmiştir. EC₅₀ değerinin

azalması antioksidan aktivitenin arttığını göstermektedir. Yani güç, süre ve MTO'nun artması antioksidan aktivitenin artmasını sağlamaktadır (Şekil 4.42.).



Şekil 4.42. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş EC₅₀ değerinin üç boyutlu gösterimleri

4.3.3.3.2. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM)

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipste toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde sonuçlar gallik asit (GAE) eşdeğeri olarak mg GAE/100 g örnek üzerinden verilmiştir. Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin TFMM belirlenmesinde kuadratik model kullanılmış olup bu modele ilişkin eşitlik;

Gerçek değerler üzerinden;

$$Y = -217.98 + 0.74X_1 + 0.99X_2 - 10.37X_3 + 8.72E-004X_1X_2 + 8.48E-003X_1X_3 - 0.01X_2X_3 - 6.50E-004X_1^2 - 3.18E-003X_2^2 + 0.15X_3^2$$

Kodlanmış değerler üzerinden ise;

$$Y=93.33+19.12X_1+18.00X_2+36.57X_3+5.89X_1X_2+12.73X_1X_3-6.77X_2X_3-14.63X_1^2-6.43X_2^2+15.90X_3^2$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç-süre ve MTO'nun örneklerin TFMM üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.64. de verilmiştir.

Çizelge 4.64. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin TFMM değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	24924.51	9	2769.39	59.87 ^a	0.9854
X₁	4990.84	1	4990.84	107.90 ^a	
X₂	4426.31	1	4426.31	95.70 ^a	
X₃	10696.73	1	10696.73	231.27 ^a	
X ₁ X ₂	277.42	1	277.42	6.00 ^c	
X ₁ X ₃	1296.17	1	1296.17	28.02 ^a	
X ₂ X ₃	366.26	1	366.26	7.92 ^c	
X₁²	2569.49	1	2569.49	55.55 ^a	
X₂²	496.77	1	496.77	10.74 ^b	
X₃²	956.83	1	956.83	20.69 ^b	
Kalıntı	370.02	8	46.25		
Uyum Eksikliği	181.84	3	60.55	1.61	
Saf Hata	188.39	5	37.68		
Toplam	25294.53	17			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05 X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Kuadratik modele ait determinasyon katsayısı R²=0.9854 ve adj-R²=0.9689 olarak belirlenmiştir. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğundan bu regresyon modelinin mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerin TFMM belirlenmesinde kullanılabilceğini göstermektedir.

İstatistiksel analiz neticesinde uygulanan güç-süre ve hamur formülasyona katılan MTO istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.001).

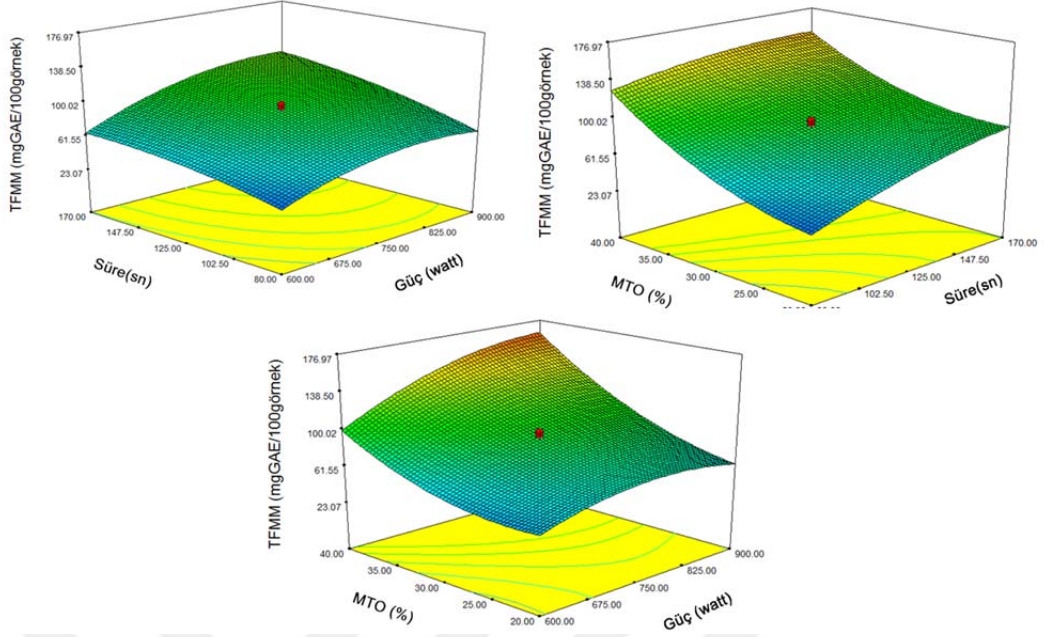
Kahvaltılık çerezlerin fonksiyonel özelliğın kazandırılması çalışmasında fonksiyonel özelliğı yüksek olan hammadelerin ilave edilmesi son ürüne de fonksiyonel özellik kattığı belirlenmiştir (Camire ve ark., 2007).

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin TFMM minimum olarak 23.07 mg GAE/100g örnek, maksimum olarak ise 176.96 mg GAE/100g örnek aralığında değışim göstermiştir. En düşük TFMM 600 Watt 'da 80 sn süreyle kızartılan %20 MTO katkılı örneklerde tespit edilirken, en yüksek TFMM ise 900 Watt'da 170 sn süre ile kurutulan %40 MTO katkılı örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.62.).

Vişne ve domates posalarından toplam fenolik maddenin (TFM) mikrodalga yardımcı ekstraksiyonunda, mikrodalga gücünün artmasının toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi değerlerinin arttığı görülmüştür. Bunun sebebinin örneklerin yüksek enerjide kısa sürede işlem görmesinden kaynaklanabileceğı düşünölmektedir (Şimşek, 2010).

Keçiboynuzu tozu örneklerinin toplam fenolik madde, toplam antioksidan aktivite değerleri sıcaklık, süre ve mikrodalga gücüne bağlı olarak artmıştır (Kasımoğlu, 2014).

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin biyokimyasal analiz (TFMM ve EC₅₀) sonuçlarına bakıldığında güç, süre ve MTO artışının, örneklerin TFMM arttırdığı, EC₅₀ değerinin ise azalttığı yani antioksidan aktivitesinin artmasını sağlamaktadır. Üç boyutlu grafiksel gösterimler (Şekil 4.43.) ve literatür çalışmalarında, çalışmamızı destekler niteliktedir.



Şekil 4.43. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş TFMM değerinin üç boyutlu gösterimleri

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde TFMM ile EC_{50} arasında korelasyon katsayısının -0.765 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç bize mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerin TFMM'nin EC_{50} değeriyle doğru orantılı olduğunu göstermektedir. Yani TFMM ile EC_{50} arasında ters orantı vardır. Yani TFMM ile antioksidan aktivite doğru orantılıdır.

4.3.3.4. Renk değerleri

Örneklerin renk ölçümleri L^* ; siyahtan (0) beyaza (100) kadar örneğin açıklık-koyuluk, a^* ; yeşil-kırmızı, b^* ; sarı mavi renk değerleri dikkate alınarak ölçülmüştür. Yanıt yüzey yöntemine göre oluşturulan dizayna özgü deneme noktaları çalışılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.65. de verilmiş olup renk değerlerine ait L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analiz çizelgeleri ve bulgular ayrı ayrı ele alınmıştır. Ancak renk değerlerine ait literatür bulguları ile tartışma-sonuç kısmı ise b^* değerinin sonunda toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.65. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait renk değerleri

Deneme Noktası	Piştirme Gücü (watt)	Piştirme Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)	L*	a*	b*
1	600	80	20	68.52±0.28 ^a	3.68±0.27 ^h	17.04±0.37 ^{fg}
2	900	80	20	66.43±1.02 ^{ab}	5.41±0.28 ^g	19.75±0.55 ^e
3	600	170	20	53.87±2.52 ^{hi}	7.86±0.49 ^{bcd}	19.12±1.32 ^{ef}
4	900	170	20	50.23±0.51 ^j	8.73±1.47 ^b	21.01±0.34 ^{cde}
5	600	80	40	60.67±1.90 ^{cde}	6.30±0.25 ^{fg}	22.71±0.91 ^{abcd}
6	900	80	40	56.27±2.21 ^{lgh}	6.87±0.41 ^{def}	23.97±0.78 ^a
7	600	170	40	55.94±1.54 ^{gh}	7.84±0.93 ^{bcd}	23.45±0.79 ^{ab}
8	900	170	40	51.98±2.31 ^{ij}	10.31±1.19 ^a	23.01±2.64 ^{abc}
9	497.73	125	30	63.57±1.27 ^{bc}	3.74±0.21 ^h	15.70±0.03 ^g
10	1002.27	125	30	59.95±1.84 ^{cdef}	8.25±0.41 ^{bc}	20.08±1.73 ^e
11	750	49.32	30	66.45±1.34 ^{ab}	3.25±0.07 ^h	16.94±0.98 ^{fg}
12	750	200.68	30	56.43±2.49 ^{lgh}	7.99±0.07 ^{bcd}	21.44±0.78 ^{bcd}
13	750	125	13.18	67.32±1.23 ^a	3.97±0.18 ^h	16.99±1.09 ^{fg}
14	750	125	46.82	57.91±1.67 ^{efg}	8.77±0.51 ^b	19.54±0.86 ^e
15	750	125	30	59.41±1.00 ^{defg}	7.11±0.14 ^{cde}	20.21±0.55 ^{fg}
16	750	125	30	63.31±1.30 ^{bc}	6.75±0.14 ^{def}	16.83±1.15 ^e
17	750	125	30	61.64±1.57 ^{cde}	6.97±0.18 ^{cde}	20.38±0.83 ^{de}
18	750	125	30	61.91±2.04 ^{cd}	6.56±0.79 ^{efg}	19.77±0.45 ^e
19	750	125	30	60.68±0.92 ^{cde}	7.23±0.04 ^{cde}	20.37±0.08 ^{de}
20	750	125	30	59.05±1.58 ^{defg}	7.29±0.37 ^{cde}	19.64±1.29 ^e

a-j Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.3.3.4.1. L* değeri

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç, süre ve MTO uygulamalarının yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme modeline göre elde edilen cips örneklerinin L* (parlaklık) değeri üzerine etkisini belirten model kuadratik olarak belirlenmiştir.

Kuadratik model ise gerçek değerler cinsinden;

$$Y=78.12-0.02X_1-0.28X_2+1.29X_3-2.05E-005X_1X_2-2.19X_1X_3+6.06E-003X_2X_3+1.19E-005X_1^2+7.68E-005X_2^2-0.03X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=61.00-1.48X_1-4.15X_2-1.77X_3-0.14X_1X_2-0.33X_3+2.73X_2X_3+0.27X_1^2+0.16X_2^2-3.44X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç-süre ve MTO'nun örneklerin L* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.66. da verilmiştir.

Çizelge 4.66. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin L* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	399.10	9	44.34	12.50 ^a	0.9336
X ₁	29.81	1	29.81	8.41 ^c	
X ₂	235.58	1	235.58	66.42 ^a	
X ₃	25.17	1	25.17	7.10 ^c	
X ₁ X ₂	0.15	1	0.15	0.04	
X ₁ X ₃	0.86	1	0.86	0.24	
X ₂ X ₃	59.57	1	59.57	16.79 ^b	
X ₁ ²	0.87	1	0.87	0.24	
X ₂ ²	0.29	1	0.29	0.08	
X ₃ ²	44.66	1	44.66	12.59	
Kalıntı	28.38	8	3.55		
Uyum Eksikliği	15.37	3	5.12	1.97	
Saf Hata	13.01	5	2.60		
Toplam	427.48	17			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05; X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

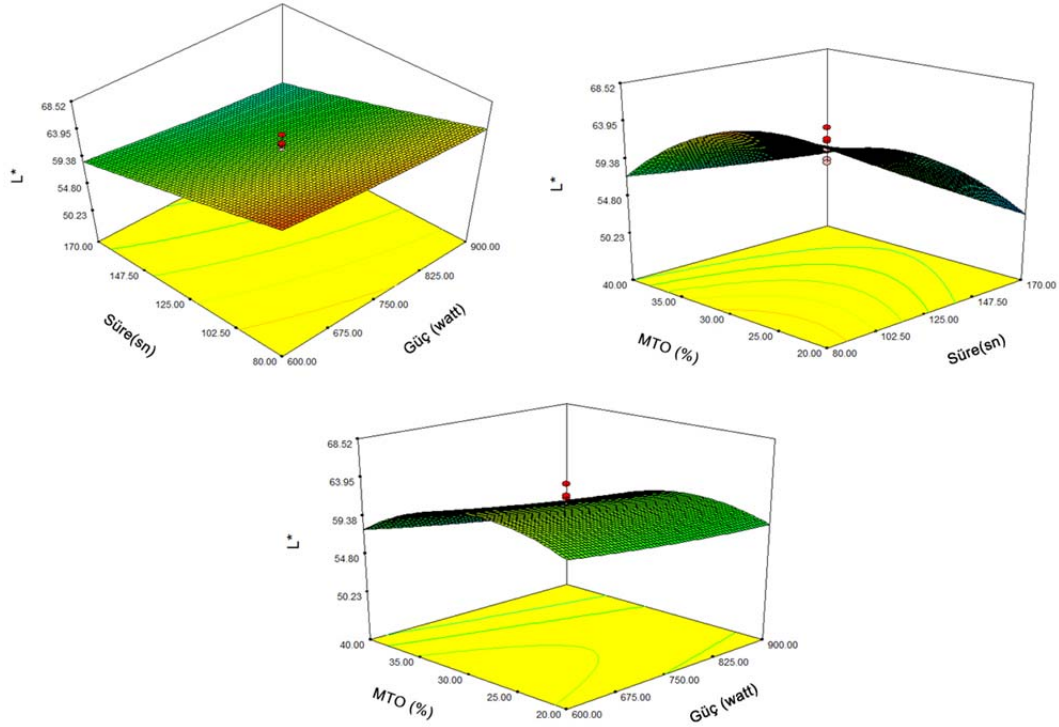
Çizelge 4.66. dan da anlaşıldığı üzere örneklerin L* değeri uygulanan güç, süre ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerde süre (p<0.001), güç ve MTO (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca süre ve MTO interaksiyonu da istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir (p<0.01).

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin L* değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.2371 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin L* değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin L* değerleri Çizelge 4.65. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere L* değeri

50.23 ile 68.52 aralığında değişim göstermiş ve en düşük L* değeri, 900 Watt'da 170 sn fırınlanan %20 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek L* değeri ise 600 Watt'da 80 sn %20 MTO katkılı cips örneklerinde tespit edilmiştir.

Şekil 4.44. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde L* değeri, sıcaklık, süre ve MTO oranına bağlı olarak değişmiştir. Mikrodalga işlem parametlerinden güç-süre ve cips hamur formülasyonuna katılan MTO'nun artması L* değerini azaltmıştır. Önceki yapılmış çalışmalarda çalışmamızı destekler niteliktedir. Mikrodalga ile pişirilmiş Yer elması cipsleri örneklerinin aydınlık değeri olan L* değeri pişirme süresi ve güç artışı ile azalmıştır ($p<0.05$). Başka bir çalışmada düşük mikrodalga güçlerinde renk değerlerinin daha parlak olduğu gözlemlenmiştir (Brewer ve Begum, 2003; Başkaya, 2014).



Şekil 4.44. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin L* değerinin üç boyutlu gösterimi

4.3.3.4.2. a* değeri

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç, süre ve MTO'nun yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre üretilmesi sonucunda elde edilen cips örneklerinin a* (kırmızılık) değeri üzerine etkisini belirten kuadratik modele ait gerçek ve kodlanmış denklemler aşağıda verilmiştir. RSM'de belirlenen model gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -7.85 + 0.03X_1 + 0.10X_2 - 0.45X_3 + 1.92E-005X_1X_2 + 3.67E-005X_1X_3 - 7.00E-004X_2X_3 - 1.55E-005X_1^2 - 2.38E-004X_2^2 + 9.73E-003X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y = 6.99 + 0.97X_1 + 1.50X_2 + 0.70X_3 + 0.13X_1X_2 + 0.05X_1X_3 - 0.31X_2X_3 - 0.35X_1^2 - 0.48X_2^2 + 0.97X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç-süre ve MTO'nun örneklerin a* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.67. de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin a* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

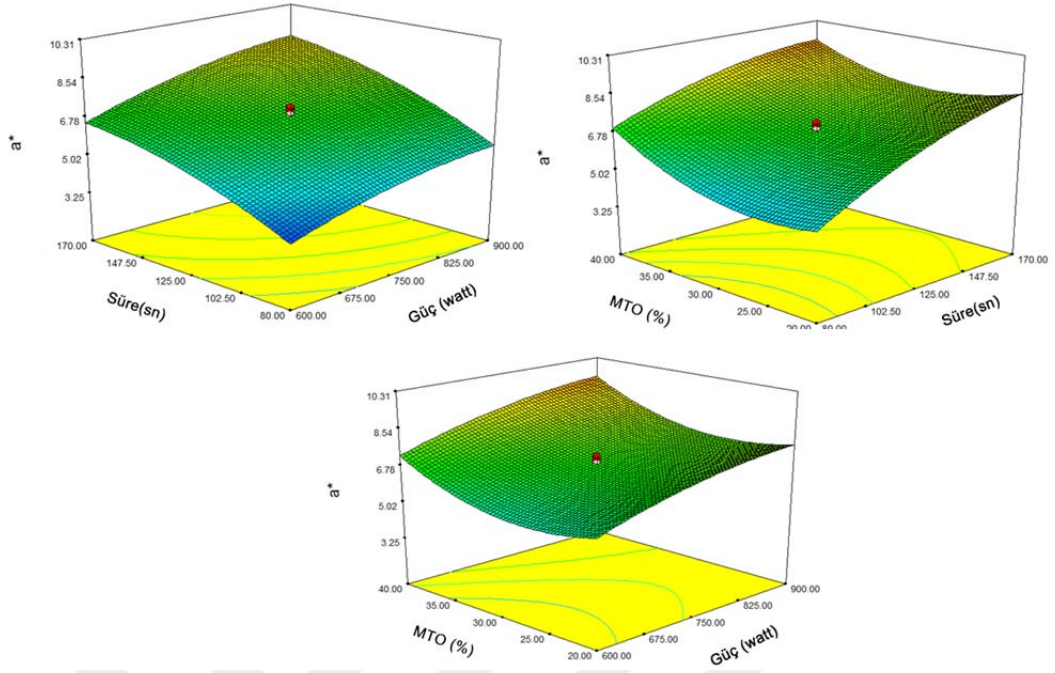
	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	53.49	9	5.94	17.15 ^a	0.95.07
X ₁	12.81	1	12.81	36.96 ^a	
X ₂	30.63	1	30.63	88.39 ^a	
X ₃	3.98	1	3.98	11.48 ^b	
X ₁ X ₂	0.14	1	0.14	0.39	
X ₁ X ₃	0.02	1	0.02	0.07	
X ₂ X ₃	0.79	1	0.79	2.29	
X ₁ ²	1.47	1	1.47	4.24	
X ₂ ²	2.79	1	2.79	8.07 ^c	
X ₃ ²	3.58	1	3.58	10.33 ^c	
Kalıntı	2.77	8	0.35		
Uyum Eksikliği	2.37	3	0.79	4.75	
Saf Hata	0.40	5	0.08		
Toplam	56.26	17			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05 X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.67. den anlaşıldığı üzere örneklerin a* değeri uygulama güç, süre ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde mikrodalga gücü ve süresi p<0.001 düzeyinde anlamlı iken, MTO ise p<0.01 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Yanıt yüzey yöntemine göre fırınlanmış cips örneklerinin a* değerleri Çizelge 4.65. de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere a* değeri 3.25 ile 10.31 aralığında değişim göstermiş ve en düşük a* değeri, 750 Watt 'da 49 sn fırınlanan %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek a* değeri ise 900 Watt'da 170 sn %40 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.45. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde a* değeri, mikrodalga fırının gücüne, uygulanan süreye ve cips hamuru formülasyonunda uygulanan MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. Güç, süre ve MTO'nun artması a* değerini arttırmıştır.



Şekil 4.45. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin a* değerinin üç boyutlu gösterimi

4.3.3.4.3. b* değeri

Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla RSM'de çoklu yönlü regresyon analizleri yapılmış olup mikrodalga fırın yöntemiyle pişirilmiş cips örneklerinin b* değerine uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin b* değeri tayininde seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır ($R^2=0.8568$ ve $adj-R^2=0.6956$).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -2.20 + 0.06X_1 + 0.10X_2 - 0.89X_3 - 4.67E-005X_1X_2 - 3.15E-004X_1X_3 - 9.89E-004X_2X_3 - 2.58E-005X_1^2 - 5.99E-005X_2^2 + 0.02X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y=19.53+0.94X_1+0.78X_2+2.03X_3-0.31X_1X_2-0.47X_1X_3-0.44X_2X_3-0.58X_1^2-0.12X_2^2+2.43X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips üretiminde uygulanan güç-süre ve MTO'nun örneklerin b* değeri üzerindeki etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.68. de verilmiştir.

Çizelge 4.68. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin b* değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	81.45	9	9.05	5.32 ^a	0.8568
X ₁	11.97	1	11.97	7.03 ^b	
X ₂	8.36	1	8.36	4.91	
X ₃	32.89	1	32.89	19.32 ^a	
X ₁ X ₂	0.79	1	0.79	0.47	
X ₁ X ₃	1.79	1	1.79	1.05	
X ₂ X ₃	1.58	1	1.58	0.93	
X ₁ ²	4.05	1	4.05	2.38	
X ₂ ²	0.18	1	0.18	0.10	
X ₃ ²	22.28	1	22.28	13.09 ^a	
Kalıntı	13.62	8	1.70		
Uyum Eksikliği	4.37	3	1.46	0.79	
Saf Hata	9.25	5	1.85		
Toplam	95.06	17			

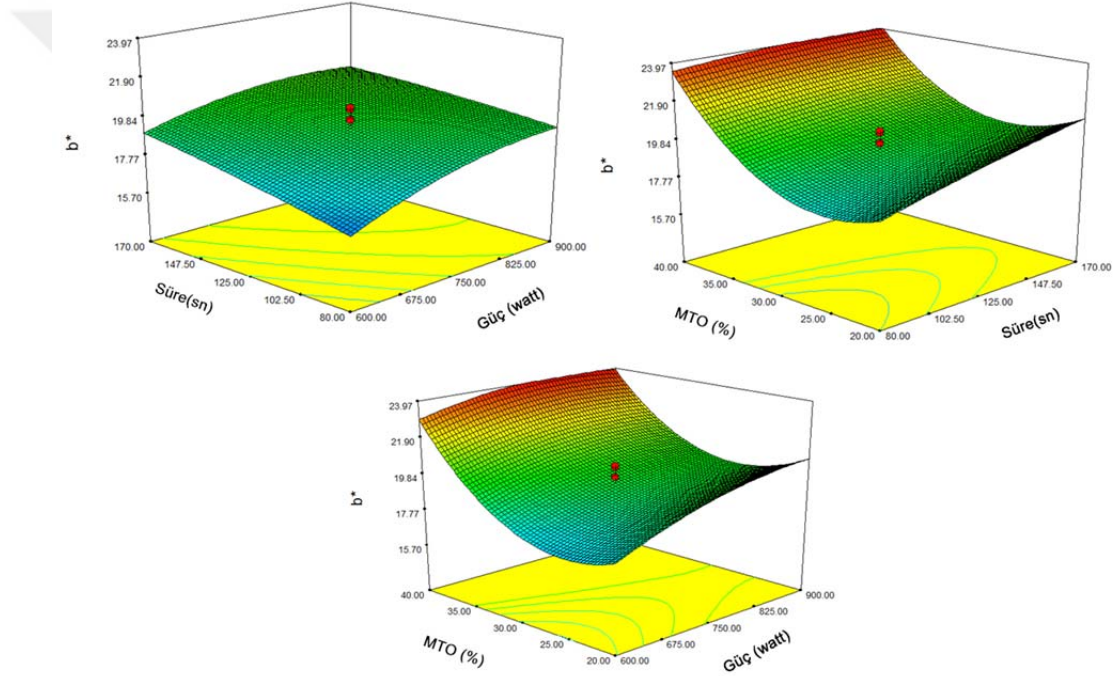
^ap<0.01, ^bp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

Çizelge 4.68. den de anlaşıldığı üzere örneklerin b* değeri uygulama gücü ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerde mikrodalga fırın gücü (p<0.05), MTO ise (p<0.01) düzeyinde anlamlılık göstermiştir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin b* değerinin belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.5507 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin b* değerinin belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin b^* değerleri Çizelge 4.65 de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere b^* değeri 15.70 ile 23.97 aralığında değişim göstermiş ve en düşük b^* değeri, 497 Watt 'da 125 sn işlem gören %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek b^* değeri ise 900 Watt'da 80 sn ve %40 MTO katkılı örneklerde tespit edilmiştir.

Şekil 4.46. da verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere fırınlanmış cips örneklerinde b^* değeri, sıcaklık, süre ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. Güç, süre ve MTO'nun artması b^* değerini arttırmıştır.



Şekil 4.46. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin b^* değerinin üç boyutlu gösterimi

Literatürde mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmadığından, çalışmamız kapsamında üretilen mantar cipsi formülasyonunda buğday unu kullanıldığı için literatür karşılaştırmalarında daha fazla buğday unu ve buğday unu katkılı cips çalışmaları ve mikrodalga yöntemiyle pişirilmiş özellikle cips ve gıdalar üzerinde durulmuştur.

Yer elmasından yapılan mikrodalga ile pişirilmiş örneklerinde renk değerlerinden aydınlık değeri olan L pişirme süresi ve güç artışı ile azalmış ($p<0.05$). Diğer renk parametreleri olan a ve b değerleri ise süre ve güç artışı ile artmış ve istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Baltacıoğlu, 2012). Şekil 4.44. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde L* değeri, güç ve sürenin artması ile azalmış, a ve b değerleri ise artmıştır (Şekil 4.45.- Şekil 4.46.). Elde edilen çalışma sonuçlarına ait renk değerlerinin mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örnekleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Mantar tozuna ait renk değerleri incelendiğinde fırınlanmış mantar cipslerinde mantar tozu renk değerlerine göre L* değeri azalmış, a* ve b* değerleri ise artmıştır. L* değerinin azalması önceki çalışmalarla da desteklenmektedir (Yüksel, 2014). a* değerinin artması ise buğday ununun kızarması sonucunda görülen kızarmış rengidir ki zaten Cankurtaran (2012) tarafından çalışılan buğday cipslerinin a* ve b* değeri, mantar tozundan daha yüksektir.

4.3.3.5. Duyusal analizler

Panelistlere örnekleri renk, tat ve gevreklik özellikleri açısından 7 ölçekli hedonik tip skala ile değerlendirmeleri istenmiştir. Daha sonra bu 3 özelliğe ait panelistlerin vermiş oldukları puanların aritmetik ortalaması alınarak genel beğeni skoru hesaplanmıştır. RSM’de yalnız genel beğeni puanına göre varyans analizleri ve üç boyutlu gösterimler verilmiş olup, renk, tat ve gevreklik skorları Çizelge 4.69. da verilmiştir.

Çizelge 4.69. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerine ait duyu analizi skorları

Deneme Noktası	Piştirme Gücü (watt)	Piştirme Süresi (sn)	Mantar Oranı (%)	Renk	Gevreklik	Tat/Koku	Genel beğeni
1	600	80	20	5.72±0.11 ^{ab}	3.15±0.07 ^f	6.25±0.11 ^{ab}	5.04±0.61 ^{cde}
2	900	80	20	5.62±0.30 ^{abc}	5.50±0.13 ^{bc}	5.17±0.14 ^c	6.43±0.91 ^a
3	600	170	20	5.10±0.44 ^{bcde}	6.00±0.41 ^{ab}	4.53±0.66 ^{cd}	5.21±0.13 ^{bcde}
4	900	170	20	4.81±0.08 ^{degh}	6.55±0.79 ^a	6.19±0.37 ^{ab}	5.85±0.03 ^{abc}
5	600	80	40	5.11±0.06 ^{bcde}	2.33±0.48 ^g	2.88±0.33 ^{fg}	3.44±0.03 ^{gh}
6	900	80	40	3.59±0.76 ^{jk}	4.85±0.38 ^{cde}	3.53±0.01 ^{ei}	3.99±0.20 ^{lg}
7	600	170	40	4.13±0.35 ^{hij}	4.25±0.11 ^e	3.11±0.62 ^{fg}	3.83±0.20 ^{gh}
8	900	170	40	3.95±0.18 ^{ij}	5.25±0.03 ^{bcd}	4.09±0.13 ^{de}	4.43±0.13 ^{ef}
9	497.73	125	30	4.44±0.14 ^{efghi}	2.00±0.21 ^g	2.71±0.23 ^{gh}	3.05±0.18 ^h
10	1002.27	125	30	3.19±0.08 ^k	6.50±0.76 ^a	2.19±0.47 ^h	3.96±0.30 ^{lg}
11	750	49.32	30	4.30±0.07 ^{fghi}	2.59±0.14 ^{fg}	4.36±0.17 ^d	3.75±0.24 ^{lgh}
12	750	200.68	30	4.84±0.37 ^{defg}	6.52±0.01 ^a	5.05±0.13 ^c	5.47±0.91 ^{bcd}
13	750	125	13.18	6.07±0.24 ^a	6.00±0.37 ^{ab}	5.90±0.28 ^b	5.99±0.16 ^{ab}
14	750	125	46.82	4.59±0.33 ^{efghi}	3.18±0.03 ^f	3.48±0.11 ^{ef}	3.75±0.16 ^{gh}
15	750	125	30	4.22±0.20 ^{ghij}	4.69±0.11 ^{de}	4.26±0.21 ^d	4.39±0.03 ^{ef}
16	750	125	30	4.17±0.03 ^{ghij}	5.00±0.16 ^{cde}	6.25±0.23 ^{ab}	5.14±0.06 ^{cde}
17	750	125	30	5.10±0.30 ^{bcde}	4.95±0.31 ^{cde}	5.07±0.20 ^c	5.04±0.18 ^{cde}
18	750	125	30	4.99±0.18 ^{cdef}	5.05±0.25 ^{cde}	4.57±0.30 ^{cd}	4.87±0.07 ^{de}
19	750	125	30	5.33±0.16 ^{bcd}	4.90±0.34 ^{cde}	5.15±0.03 ^c	5.46±0.04 ^{bcd}
20	750	125	30	4.94±0.41 ^{cdef}	5.60±0.59 ^{bc}	6.68±0.08 ^a	5.74±0.14 ^{abc}

a-k Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Genel beğeni için RSM'de regresyon analizleri yapılmış olup, uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem gerçek ve kodlanmış değerler cinsinden aşağıda verilmiştir.

Kuadratik modelin genel kabul edilebilirlik için seçilmesinin nedeni regresyon katsayısının diğer modellerden daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır ($R^2=0.8676$ ve $\text{adj-}R^2=0.7485$).

Modele ait denklem gerçek değerler cinsinden;

$$Y = -7.03 + 0.03X_1 + 0.01X_2 + 0.08X_3 + 5.55E-006X_1X_2 + 1.00E-005X_1X_3 + 6.67E-005X_2X_3 - 2.17E-005X_1^2 - 4.80E-005X_2^2 - 5.30E-003X_3^2$$

Kodlanmış değerler cinsinden ise;

$$Y = 5.09 + 0.27X_1 + 0.32X_2 - 0.70X_3 + 0.03X_1X_2 + 0.01X_1X_3 + 0.03X_2X_3 - 0.49X_1^2 - 0.10X_2^2 - 5.30E-003X_3^2$$

eşitliği ile ifade edilmektedir.

Çizelge 4.70. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin genel beğeni üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

	K.T	S.D.	K.O	F	R ²
Model	12.65	9	1.41	7.28 ^b	0.8676
X₁	1.01	1	1.01	5.22 ^c	
X₂	1.36	1	1.36	7.06 ^c	
X₃	6.76	1	6.76	35.03 ^a	
X ₁ X ₂	0.01	1	0.01	0.06	
X ₁ X ₃	1.80	1	1.80	9.33	
X ₂ X ₃	7.20	1	7.20	0.04	
X₁²	3.43	1	3.43	17.78	
X₂²	0.14	1	0.14	0.71	
X₃²	4.05	1	4.05	2.10	
Kalıntı	1.93	10	0.19		
Uyum Eksikliği	0.83	5	0.17	0.75	
Saf Hata	1.10	5	0.22		
Toplam	14.58	19			

^ap<0.001, ^bp<0.01, ^cp<0.05, X₁: Sıcaklık, X₂: Süre, X₃: Mantar tozu oranı, K.T.: Kareler Toplamı, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.O: Kareler Ortalaması

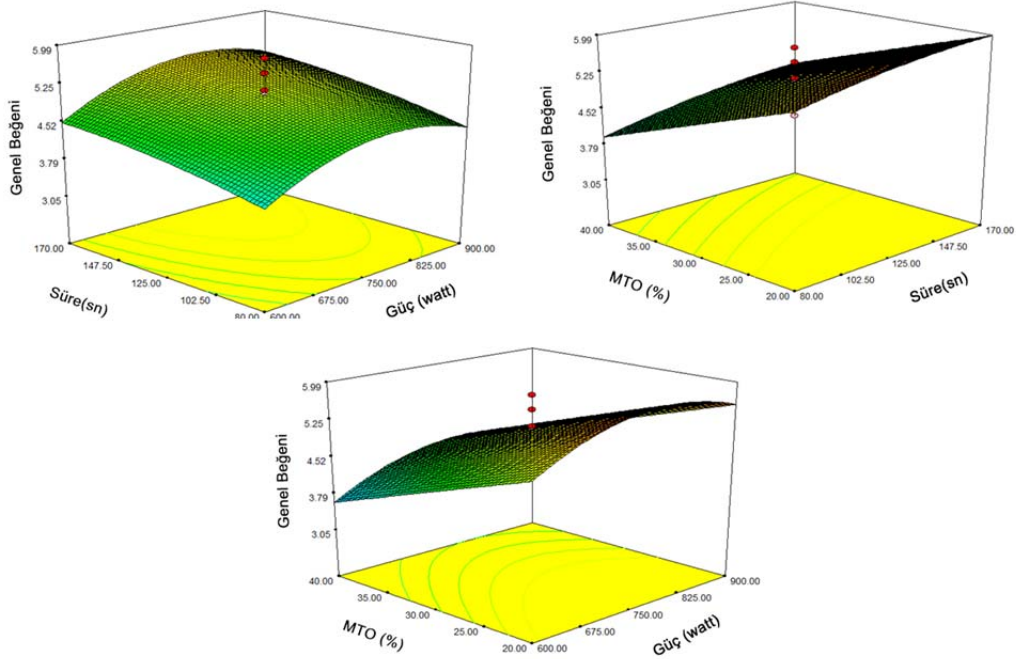
Çizelge 4.70. den de anlaşıldığı üzere örneklerin genel beğeni skoru uygulama sıcaklığı, süresi ve MTO bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde MTO (p<0.001), mikrodalga gücü ve süresi ise (p<0.05) olarak anlamlı tespit edilmiştir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin genel beğeni skoru belirlenmesinde elde edilen modele ait lack of fit değeri 0.6188 olarak tespit edilmiş olup %5 hata seviyesinden büyük olduğundan model uyumsuzluğu tespit edilmemiştir. Yani çalışma sonuçları bu modelin fırınlanmış cips örneklerinin genel beğeni skorunun belirlenmesinde model olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yanıt yüzey yöntemine göre mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin genel beğeni skoru Çizelge 4.69. da gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere genel beğeni skoru 3.05 ila 5.99 aralığında değişim göstermiş ve en düşük genel beğeni skoru, 497 Watt'da 125 sn'de işlem gören %30 MTO katkılı örneklerde gözlenirken en yüksek genel beğeni skoru ise 750 Watt'da 125 sn %13.18 MTO katkılı cips örneklerinde tespit edilmiştir.

Cipslerin tekstürel özelliklerden kırma kuvveti (sertlik) arttıkça duyusal analizden daha az puan aldıkları belirlenmiştir. Çalışma sonuçları da bunu destekler niteliktedir. Sertlik değerleri ile duyusal değerlendirmedeki gevreklik değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı -0,663 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre bu iki değer arasında negatif bir ilişki olduğu biri artarken diğersinin azaldığı sonucu ortaya çıkmaktadır

Şekil 4.47. de verilen üç boyutlu gösterimlerden anlaşıldığı üzere cips örneklerinde genel beğeni skoru mikrodalga fırın gücü, süresi ve MTO'ya bağlı olarak değişmiştir. Güç ve sürenin belirli düzeyde artması genel beğeniye arttırırken MTO'nun artması ise genel beğeniye azaltmıştır.



Şekil 4.47. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin genel beğeninin üç boyutlu gösterimi

Duyusal özelliklerin değerlendirilmesinde literatürde benzer formülasyon olmamasından dolayı diğer araştırma sonuçları ile mukayese etmek mümkün olmamıştır.

4.3.3.6. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin optimizasyonu

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerin fizikokimyasal, tekstürel, biyokimyasal, duyuşal özellikleri belirlendikten sonra Desing Expert (Versiyon:7.0, StatEase, ABD) yazılımı kullanılarak mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerin optimizasyonun kriterleri, bağımsız değişkenlerden pişirme gücü ve süresi deneme dizaynları sonuçları bulunan değerler aralığında, MTO maksimum amaçla en yüksek (5) önemlilikte girilmiştir. Bağımlı değişkenlerden TFMM, protein, genel beğeni maksimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, EC₅₀ ve su aktivitesi minimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, kuru madde, kül, L*, a*, b* değerleri ve sertlik ise analizlenen tüm deneme dizaynları sonuçları için bulunan değerler aralığında olarak belirlenmiştir. Programa girilen bilgiler ışığında depolama için üretilecek örnek işlem normları belirlenmiştir. (Çizelge 4.71.).

Çizelge 4.71. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin optimizasyon normları

İsim	Kriter	Minimum limit	Maksimum limit	Önemlilik
Güç (Watt)	Aralığında	600	900	3
Süre (sn)	Aralığında	80	100	3
MTO (%)	Maksimum	20	40	5
EC ₅₀ (g örnek/gDPPH)	Minimum	31.07	343.52	5
TFMM(mgGAE/100örnek)	Maksimum	23.07	176.96	5
Genel beğeni	Maksimum	3.05	3.69	5
Kül (%)	Aralığında	1.78	3.04	3
Protein (%)	Maksimum	12.87	20.75	5
TKMM (%)*	Aralığında	95.98	99.74	3
Su aktivitesi	Minimum	0.09	0.71	5
L*	Aralığında	50.23	68.52	3
a*	Aralığında	3.25	10.31	3
b*	Aralığında	15.70	23.97	3
Sertlik (kg)	Aralığında	12.16	30.05	3

* Toplam kurumadde miktarı

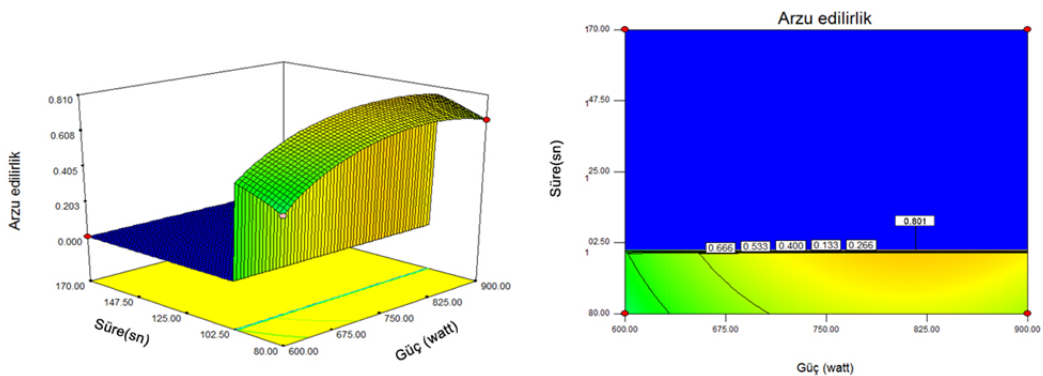
Optimizasyon kriterlerinin bu şekilde belirlenmesinde mantarın sahip fizikokimyasal özelliklerden protein ve su aktivitesi, biyokimyasal özelliklerden de antioksidan aktivite ve TFMM, duyuşal özelliklerden de genel beğeni dikkate alınmıştır. Ayrıca bağımsız değişkenlerden MTO oranı dikkate alınmıştır. Bu yanıtlara göre optimize edilmesindeki amaç mantarların yararlılık özelliklerinin belirlenmesinde protein, antioksidan aktivite ve TFMM üzerinde durulmasıdır.

Literatür çalışmalarında bunu destekler niteliktedir (Gücin, 1994; Breene, 1990; Cohen ve ark., 2002). Su aktivitesinin önemsenmesinde ki amaç ise raf ömrünün dikkate alınması, MTO ise tez çalışmasının amacı olduğundan ve elde edilecek son ürüne fonksiyonel özellik katacağı düşünüldüğünden dolayı en yüksek miktarda kullanımı dikkate alınmıştır.

Tüm bu değerler sisteme girildiğinde 816.95 watt, 100 sn ve %40 MTO katkılı olarak hazırlanan cips örnekleri istenilen kriterler ışığında optimum norm olarak belirlenmiştir. Optimum koşullardaki kabul edilebilirlik “desirability fonksiyonu” değeri 0.801 olarak 4 farklı nokta belirlenmiş olup mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips için depolanmada 1. sonuç dikkate alınarak üretim yapılmıştır (Ek-3). Ancak 816.95 watt pişirme gücünde çalışma mümkün olmadığından 817 watt olarak işlem yapılmıştır. Üretilen cips örneği modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile paketlenmiş ve 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün boyunca 25°C’de depolanarak fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır.

Kabul edilebilirliğin yüksek olması sonucu bize seçtiğimiz modelin uyumluluğunu ve optimizasyon işleminin güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin optimizasyonunun üç boyutlu gösterimleri Şekil 4.48. de verilmiştir.



Şekil 4.48. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsin optimizasyonunun üç boyutlu gösterimleri

Yer elması cips ve gevreklerine uygulanan işlem normları sırasıyla 600 watt-105 sn, 900 watt, 60 sn olarak belirlenmiştir (Baltacıoğlu, 2012). Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipsler için belirlenen optimum nokta ile (816.95 watt, 100 sn) yer elması gevreğine uygulanan işlem normları kısmen benzerlik göstermektedir.

4.4. Optimum Noktaları Belirlenen Mantar Tozu ve Cipslerin Depolama Sonuçları

4.4.1. Mantar tozu örneklerinin depolama sonuçları

Desing Expert (Versiyon:7.0, StatEase, ABD) programı kullanılarak optimize edilen istiridye mantarı 53 °C'de 276.8 dak süre ile kurutulmuştur. Elde edilen mantar tozu modifiye atmosferde paketlenme yöntemi ile paketlenmiş ve 25 °C'de 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün boyunca depolanarak fizikokimyasal ve biyokimyasal analizler yapılmıştır.

Optimizasyonu yapılmış ve depolanmış mantar tozu örneklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.72. de verilmiştir. Depolanmış örneklerin kül (%) ve su aktivitesi değerlerinde depolama süresine bağlı olarak önemli bir değişim gözlenmemiştir ($p>0.05$). Depolamanın 150. gününden sonra kurumadde değerinde istatistiksel olarak azalma görülmüştür ($p<0.05$).

Çizelge 4.72. Mantar tozu örneklerinin depolanmasına ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kurumadde (%)	Kül* (%)	Protein* (%)	aw
0.Gün	92.40±0.43 ^a	6.98±0.12 ^a	25.41±1.47 ^a	0.32±0.01 ^a
15. Gün	92.52±0.26 ^a	7.02±0.24 ^a	25.33±0.63 ^a	0.31±0.01 ^a
30. Gün	91.83±0.63 ^{ab}	6.93±0.08 ^a	25.12±0.52 ^a	0.34±0.03 ^a
60. Gün	91.51±1.31 ^{ab}	6.87±0.29 ^a	24.83±0.76 ^{ab}	0.37±0.02 ^a
90. Gün	91.17±0.26 ^{ab}	6.85±0.38 ^a	24.01±0.51 ^{ab}	0.37±0.07 ^a
120. Gün	91.05±1.45 ^{ab}	6.82±0.76 ^a	23.87±0.81 ^{ab}	0.38±0.36 ^a
150. Gün	90.52±0.59 ^b	6.81±0.38 ^a	23.85±0.30 ^{ab}	0.39±0.04 ^a
180. Gün	90.34±1.12 ^b	6.81±0.71 ^a	22.91±1.12 ^b	0.39±0.01 ^a

a-b Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

* % Kurumadde üzerinden hesaplanmıştır

Gıda maddelerine uygulanan kurutmanın en önemli amacı depolama sırasında sebzelerin bünyesindeki %80–95 oranındaki suyun %10–20 oranına düşürülerek uzun süre dayanmasını sağlama prosesidir (Cemeroğlu, 2004). Akgül (1993)'ün bildirdiğine göre baharatlarda nemin mikrobiyolojik bozulmayı önlemek için %14'ten fazla olmaması gerekir. Mantar tozu örneklerinin depolanmasında elde ettiğimiz % nem değerlerinin %14'ün üzerinde olmadığı görülmüştür.

A. bisporus mantarının konservesinin 6 ay süreyle depolanmasında protein miktarının %3.43'den %2.42'ye düşerek %34.69 oranında azaldığı belirlenmiştir (Çağlarımak, 2001). Mantar tozu örneklerinde de depolamanın 150. gününden sonra depolamaya bağlı protein değerleri azalmıştır ($p<0.05$).

Optimizasyonu yapılmış ve depolanmış mantar tozu örneklerine ait renk (L^* , a^* , b^*) analiz sonuçları Tablo Çizelge 4.73. de verilmiştir. Örneğin parlaklık (L^*) değerleri 71.65 ile 74.70 arasında, kırmızılık (a^*) değerlerinin 1.07 ile 1.18 arasında, sarılık (b^*) değerlerinin ise 9.55 ile 10.69 arasında depolamaya bağlı olarak değişmiştir. Depolanmış örneklerin L^* değerleri depolama süresine bağlı olarak artma eğilimi göstermiş olup a^* ve b^* değerlerinde ise istatistiksel olarak bir değişme gözlenmemiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.73. Mantar tozu örneklerinin depolanmasına ait bazı renk analiz sonuçları

Depolama Süresi	L^*	a^*	b^*
0.Gün	71.65±1.35 ^d	1.15±0.10 ^a	9.55±0.74 ^a
15. Gün	71.80±0.77 ^{cd}	1.18±0.19 ^a	9.90±0.19 ^a
30. Gün	72.14±0.36 ^{bcd}	1.13±0.01 ^a	9.91±0.59 ^a
60. Gün	73.05±1.47 ^{abcd}	1.13±0.07 ^a	10.07±1.45 ^a
90. Gün	74.10±1.90 ^{abc}	1.10±0.16 ^a	10.18±1.09 ^a
120. Gün	74.43±1.15 ^{ab}	1.08±0.08 ^a	10.63±1.00 ^a
150. Gün	74.70±0.63 ^a	1.08±0.34 ^a	10.65±1.05 ^a
180. Gün	74.65±1.28 ^a	1.07±0.27 ^a	10.69±0.83 ^a

a-d Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

Optimizasyonu yapılmış ve depolanmış mantar tozu örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.74. de verilmiştir. Örneklerin 15. gün depolamanın ardından EC_{50} değerinde artış (antioksidan etki azalmış) gözlenmiş

olup, bu etki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). TFMM ise 120. gün depolamadan sonra azaldığı ve bu etkinin %95 önem seviyesinde etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.74. Mantar tozu örneklerinin depolanmasına ait biyokimyasal analiz sonuçları

Depolama Süresi	EC ₅₀ (görnek/gDPPH)	TFMM (mgGAE/100görnek)
0.Gün	282.22±1.47 ^d	75.69±1.03 ^{ab}
15. Gün	280.14±0.44 ^d	76.12±1.34 ^a
30. Gün	285.36±0.61 ^c	75.40±0.61 ^{abc}
60. Gün	287.11±1.44 ^c	74.58±1.11 ^{abc}
90. Gün	289.47±1.13 ^b	74.03±1.63 ^{abc}
120. Gün	289.56±1.46 ^b	73.20±0.69 ^{bc}
150. Gün	290.08±1.26 ^b	72.69±2.20 ^{cd}
180. Gün	292.93±1.02 ^a	70.37±1.53 ^d

a-d Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

Potansiyel olarak faydalı etkilere sahip olan fenolik bileşenler ve polifenol oksidaz gibi oksidatif özellikteki enzimler mantarların bileşiminde doğal olarak bulunmaktadır. Ancak bu fenolik bileşiklerin depolamaya bağlı olarak potansiyel faydaları azalmaktadır (Ramirez-Anguiano, 2007). Mantar tozunun depolanmasında da zamana bağlı olarak TFMM ve antioksidan etki azalmıştır ($p<0.05$).

4.4.2. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolama sonuçları

Desing Expert (Versiyon:7.0, StatEase, ABD) programı kullanılarak optimize edilen farklı pişirme yöntemlerine göre optimizasyon normaları;

Kızartılmış mantar cipsi için, %40 MTO-180°C-130sn

Fırınlanmış mantar cipsi için, %40 MTO-166°C-360 sn

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi için, %40MTO-817 Watt-100 sn olarak belirlenmiştir.

Optimum normlar dikkate alınarak üretilen cips örnekleri modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile paketlenmiş 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün boyunca depolanarak fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal analizleri yapılmıştır.

4.4.2.1. Fizikokimyasal analiz sonuçları

4.4.2.1.1. Toplam kurumadde analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin kurumadde değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.75. de gösterilmiştir.

Çizelge 4.75. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait % kurumadde analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	98.60±0.14 ^{aA}	96.85±0.58 ^{ab}	98.10±0.38 ^{aA}
15. Gün	98.40±0.31 ^{abA}	96.82±0.55 ^{ab}	98.05±0.78 ^{aA}
30. Gün	98.13±0.29 ^{abA}	96.20±0.96 ^{abB}	97.75±0.96 ^{aAB}
60. Gün	98.07±1.10 ^{abA}	96.04±0.76 ^{abB}	97.30±1.51 ^{aB}
90. Gün	98.01±0.49 ^{abA}	95.85±0.44 ^{abB}	97.18±1.37 ^{aA}
120. Gün	97.17±1.21 ^{abA}	95.52±1.46 ^{abA}	96.89±1.00 ^{abA}
150. Gün	97.06±1.15 ^{abA}	95.00±1.46 ^{abA}	96.36±0.86 ^{bA}
180. Gün	96.88±0.86 ^{bA}	94.45±0.92 ^{bB}	96.02±1.15 ^{bAB}

a-f Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-B Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Kızartılmış ve fırınlanmış cips örneklerinin kurumadde içerikleri depolama süresine bağlı olarak azalma göstermiştir (Çizelge 4.75.) Ancak bu azalma 150. gün depolamaya kadar önemsiz (p>0.05), 150. günden sonra ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğu görülmüştür (p<0.05). Mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde ise yine depolamaya bağlı olarak kurumadde miktarı azalmış olup, ancak örnekler arasındaki depolamaya bağlı değişimlerin 150. günden itibaren önemli olduğu görülmektedir (p<0.05).

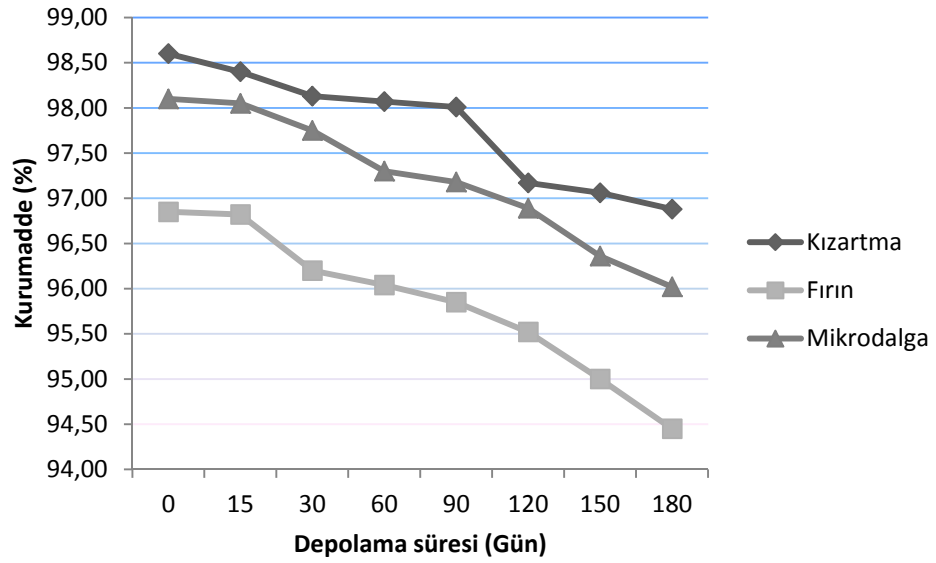
Farklı işlem yöntemleri ile pişirilmiş cips örneklerinden; kızartma ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde, 60. güne kadar farklılık

görülmezken ($p>0.05$), fırınlanmış cips örneklerinin kurumadde değerleri daha düşük çıkmış olup ve diğer pişirme yöntemlerinden önemli ölçüde farklılık göstermiştir ($p<0.05$).

Kızartılmış cipslerde kuru maddenin fırınlanmış cips örneklerinden yüksek çıkmasının sebebinin kızartma esnasında yapıdaki suyun hızlı bir şekilde buharlaşmasına ve yerini yağ moleküllerinin almasına bağlı olduğu ve bunun sebebinin mikroyapısal görünüşlerinden aynı incelikte olan cips örneklerinin piştikten sonra genel olarak kızartılmış cipslerin fırınlanmışlara göre daha ince olmasından dolayıyla daha fazla su buharlaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Ahza ve ark., 2015).

Mikrodalga fırında pişirilmiş cipslerin kurumadde miktarının, fırınlanmış cipslerden yüksek çıkmasının sebebinin ise, fırından alındıktan sonra sıcaklıktaki büyük artış nedeniyle, evaporasyonla dehidrasyonun fazlaştığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Cross ve Fung, 1982).

Optimizasyon normlarında üretilmiş ve depolanmış cipslere ait kurumadde analiz sonuçlarından anlaşıldığı üzere en yüksek kurumadde değerleri kızartılmış cipslerde görülürken en düşük kurumadde ise fırınlanmış cips örneklerinde görülmüştür (Şekil 4.49.). Kızartılmış cips örneklerinin kurumadde değeri mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinden yüksek olmasına rağmen aradaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.49. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı olarak % kurumadde değişimleri

4.4.2.1.2. Kül miktarı analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin kül miktarı değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.76. da gösterilmiştir.

Çizelge 4.76. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait % kül miktarı analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	3.20±0.03 ^{aA}	2.82±0.05 ^{aA}	3.25±0.76 ^{aA}
15. Gün	3.20±0.01 ^{aA}	2.81±0.12 ^{aB}	3.26±0.23 ^{aA}
30. Gün	3.19±0.05 ^{aA}	2.80±0.12 ^{aB}	3.24±0.10 ^{aA}
60. Gün	3.19±0.05 ^{aA}	2.79±0.07 ^{aA}	3.21±0.36 ^{aA}
90. Gün	3.18±0.11 ^{aA}	2.79±0.17 ^{aA}	3.19±0.46 ^{aA}
120. Gün	3.17±0.14 ^{aA}	2.78±0.03 ^{aB}	3.10±0.13 ^{aA}
150. Gün	3.17±0.23 ^{aA}	2.75±0.15 ^{aB}	3.00±0.10 ^{aAB}
180. Gün	3.15±0.12 ^{aA}	2.75±0.06 ^{aB}	2.98±0.12 ^{aAB}

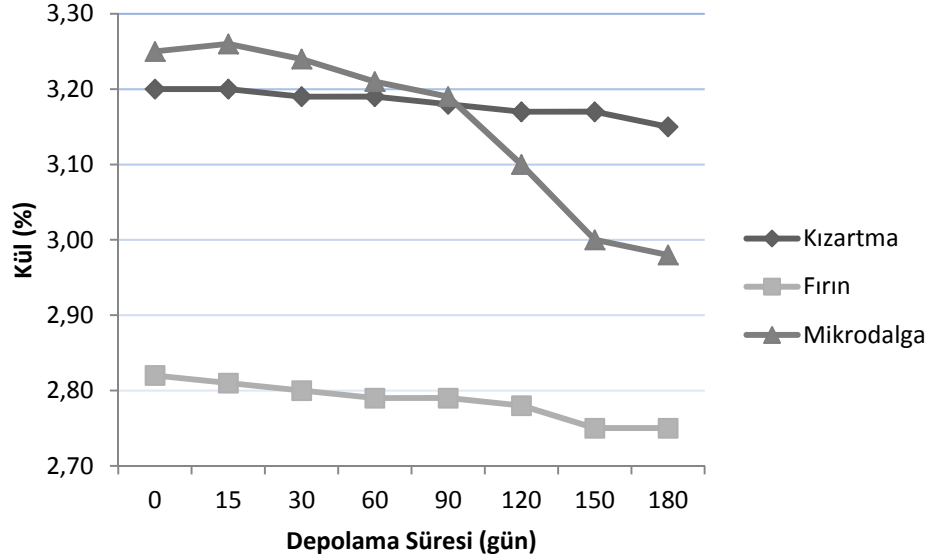
a Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-B Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinin kül içeriklerinde depolama süresine bağlı azalma gözlenmiş ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür (p>0.05). 0. günde farklı pişirme

yöntemlerinin kül miktarı üzerine etkisi önemsiz iken ($p>0.05$), daha sonra kül miktarlarında zamana bağlı değişimler istatistiki olarak önemli bulunsada pratikte bir öneminin olmadığı düşünülmektedir. Kızartılmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinde depolamaya bağlı örneklerin kül miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz iken ($p>0.05$), depolamanın 120. gününden itibaren kızartılmış cips örnekleri ile fırınlanmış cips örneklerinin kül içerikleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Depolamaya bağlı olarak meydana gelen % kül miktarı değişimleri Şekil 4.50. de verilmiştir.



Şekil 4.50. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı olarak % kül miktarı değişimleri

4.4.2.1.3. Protein miktarı analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin protein miktarı değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.77. de gösterilmiştir.

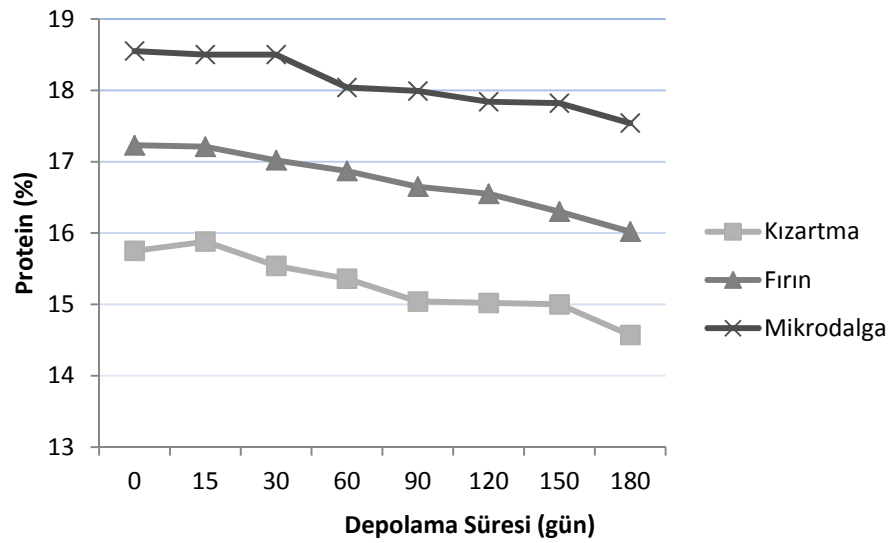
Çizelge 4.77. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait % protein miktarı analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	15.75±0.71 ^{aC}	17.23±0.08 ^{aB}	18.55±0.58 ^{aA}
15. Gün	15.88±0.68 ^{aB}	17.21±0.85 ^{aAB}	18.50±0.88 ^{aA}
30. Gün	15.54±1.45 ^{aB}	17.02±0.63 ^{aAB}	18.50±0.08 ^{aA}
60. Gün	15.36±0.39 ^{aC}	16.87±0.62 ^{aB}	18.04±0.14 ^{aA}
90. Gün	15.04±0.43 ^{aC}	16.65±0.62 ^{aB}	17.99±0.51 ^{aA}
120. Gün	15.02±0.49 ^{aB}	16.55±0.49 ^{aAB}	17.84±1.75 ^{aA}
150. Gün	15.00±0.48 ^{aB}	16.30±1.43 ^{aAB}	17.82±0.36 ^{aA}
180. Gün	14.57±0.90 ^{aA}	16.02±0.81 ^{aA}	17.54±1.55 ^{aA}

a Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-C Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Optimizasyonu yapılmış ve depolanmış cipslerin protein değerlerindeki değişimler Çizelge 4.77. de verilmiştir. Aynı pişirme yöntemiyle depolanan örneklerin, protein değerlerinde depolama süresine bağlı değişime gözlemlenmiştir (p>0.05). Farklı yöntemle pişirilmiş cipsler arasında ise en yüksek protein değeri sırasıyla; mikrodalga, fırın ve kızartma yönteminde elde edilmiştir (Şekil 4.51.). Depolamanın 120. gününe kadar pişirme yöntemleri arasındaki farklılık %95 güven aralığında önemli bulunmuştur (p<0.05). Kızartılmış ürünlerde protein denatürasyonundan dolayı önemli miktarda protein kayıpları meydana gelmektedir. (Boskou ve Elmadfa, 1999).



Şekil 4.51. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı olarak % protein değişimleri

Farklı yöntemlerle pişirilmiş mantar cipslerinde en yüksek protein değeri mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde tespit edilmiş olup bu durum önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Mikrodalga yöntemiyle pişirilen gıdaların protein içeriklerinin geleneksel yöntem ile pişirilenlere göre daha yüksek olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Bu artışın protein kullanılabilirliğindeki artış ve besin değerini düşüren tripsin inhibitörü, üreaz ve diğer enzimlerin inaktivasyonu ile gerçekleştiği belirtilmiştir (Cross ve Fung, 1982). Ayrıca mikrodalga fırın kullanımının gıdaların besin değerlerini korumada avantajlı olduğu tespit edilmiştir (Şahin ve ark., 2007; Öztop ve ark., 2007).

4.4.2.1.4. Su aktivitesi sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.78. de gösterilmiştir.

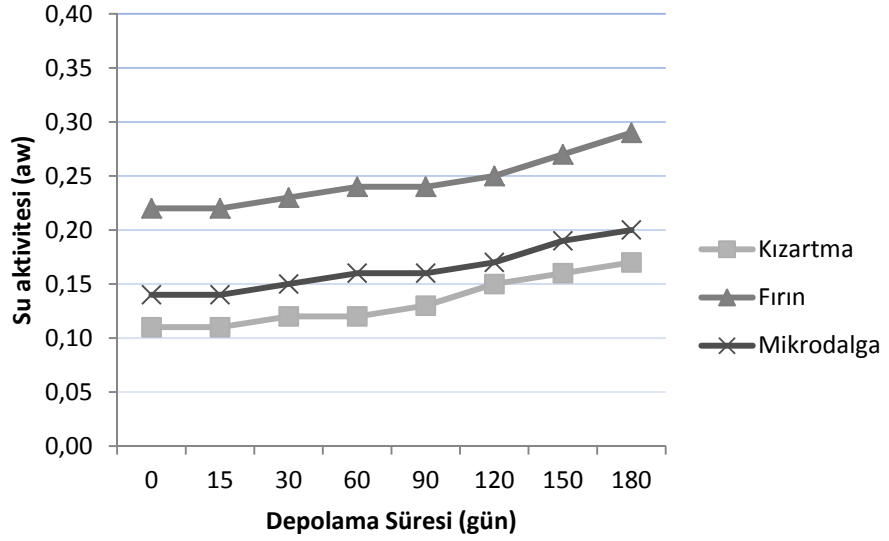
Çizelge 4.78. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait su aktivitesi analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	0.11±0.03 ^{BB}	0.22±0.01 ^{bA}	0.14±0.02 ^{aB}
15. Gün	0.11±0.03 ^{BB}	0.22±0.02 ^{bA}	0.14±0.05 ^{aB}
30. Gün	0.12±0.03 ^{BB}	0.23±0.01 ^{abA}	0.15 ±0.01 ^{aB}
60. Gün	0.12±0.03 ^{BB}	0.24±0.01 ^{abA}	0.16±0.02 ^{aB}
90. Gün	0.13±0.13 ^{BB}	0.24±0.07 ^{abA}	0.16±0.01 ^{aB}
120. Gün	0.15±0.03 ^{BB}	0.25±0.04 ^{abA}	0.17±0.02 ^{aB}
150. Gün	0.16±0.03 ^{BB}	0.27±0.02 ^{abA}	0.19±0.04 ^{aB}
180. Gün	0.17±0.01 ^{abB}	0.29±0.04 ^{aA}	0.20±0.03 ^{aB}

a-b Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-B Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Yüksek kurumadde içeriği ve düşük nem seviyesinden dolayı kızartılmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin su aktivitesi değerleri fırınlanmış cips örneklerinden daha düşük seviyelerde tespit edilmiştir (p<0.05). Aynı yöntemle pişirilmiş cipslerde depolama süresine bağlı olarak su aktivitesi değerleri artmıştır (Şekil 4.52.).



Şekil 4.52. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı olarak su aktivitesi değişimleri

Ancak bu artış kızartılmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerde önemli görülmezken ($p>0.05$), fırınlanmış cipslerin 180. gününde su aktiviteleri arasındaki farklılık 0.gün ile kıyaslandığında farklılık görülmüştür ($p<0.05$). Her üç pişirme yöntemi karşılaştırıldığında su aktivitesi yönünden depolamaya bağlı en stabil pişirme yöntemi sırası ile mikrodalga, kızartma ve fırın şeklindedir. Depolama süresine bağlı olarak kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde korelasyon katsayısı sırasıyla; $-0,985$, $-0,986$ ve $-0,993$ olarak tespit edilmesi sonucu her üç pişirme yönteminde de cips örneklerinin toplam kurumadde içeriğinin su aktivitesi değerleriyle ters orantılı olduğunu göstermektedir. Yani nem içeriği ile arasında doğru orantı vardır. Literatür çalışmaları da bu sonucu desteklemektedir. Konopacka ve ark. (2002) elma cipsleri üzerine yaptıkları çalışmada örneklerin nem içeriklerinin artmasının su aktivitesini de arttırdığını tespit etmişlerdir.

Nitekim çalışmamız kapsamında kurumadde değerleri artarken nem içeriklerinin azalması ve buna bağlı olarak su aktivitesi değerlerinin düşmesi literatür çalışmalarıyla benzer sonuçlar içerisindedir.

Kızartılmış cips örneklerinin su aktivitesi değerlerinin düşük çıkması sebebinin kızartma esnasında yapıdaki suyun hızlı bir şekilde buharlaşmasından kaynaklandığı

düşünülmektedir (Ahza ve ark., 2015). Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerin su aktivitesinin fırınlanmış cipslerden düşük çıkmasının sebebinin ise fırından alındıktan sonra sıcaklıktaki büyük artış dolayısıyla evaporasyonun artması ve örnekten daha fazla nemin uzaklaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Cross ve Fung, 1982).

4.4.2.1.5. Yağ miktarı sonuçları

Farklı yöntemle pişirilen cips örneklerinden kızartılmış mantar cipsi örneği derin yağda işlem görmüş olup, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinde yağ kullanılmadığından son ürünlerdeki yağ miktarının belirlenmesinde analiz yapmaya gerek görülmemiştir. Bu bölümde yalnızca optimum normda kızartılmış cips örneklerinin, depolama sürelerinin örneklerinin yağ miktarı değerleri üzerine etkisi incelenmiştir. Kızartılmış mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait yağ miktarı analiz sonuçları Çizelge 4.79. da gösterilmiştir.

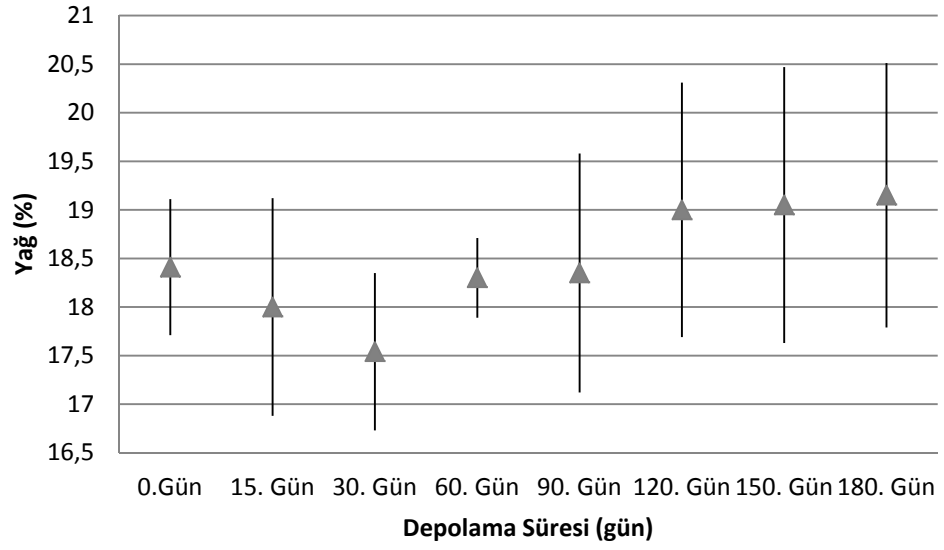
Çizelge 4.79. Kızartılmış mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait % yağ miktarı analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma
0. Gün	18.41±0.70 ^a
15. Gün	18.00±1.12 ^a
30. Gün	17.54±0.81 ^a
60. Gün	18.30±0.41 ^a
90. Gün	18.35±1.23 ^a
120. Gün	19.00±1.31 ^a
150. Gün	19.05±1.42 ^a
180. Gün	19.15±1.36 ^a

a Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Kızartılmış cips örneklerinde depolamaya bağlı olarak yağ miktarında artış olmuş ancak bu artış istatistiksel olarak önemli görülmemiştir (p>0.05) (Şekil 4.53.).

Bayat ekme ilaveli buğday cipsinin de depolama sırasında yağ değerlerinde önemli bir değişim olmadığı tespit edilmiştir (Yüksel, 2014).



Şekil 4.53. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı olarak % yağ değerleri

4.4.2.1.6. Sertlik sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin sertlik değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.80. de gösterilmiştir.

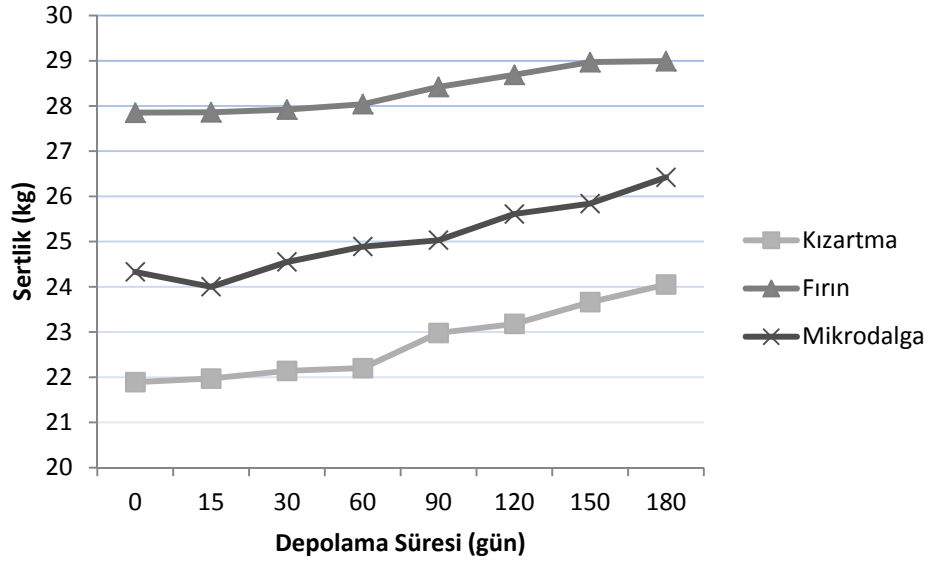
Çizelge 4.80. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait sertlik (kg) değerleri analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0. Gün	21.89±1.33 ^{aC}	27.85±0.49 ^{aA}	24.33±1.07 ^{aB}
15. Gün	21.97±1.10 ^{aC}	27.86±0.79 ^{aA}	24.00±1.18 ^{aB}
30. Gün	22.14±1.41 ^{aC}	27.92±0.62 ^{aA}	24.55±1.11 ^{aB}
60. Gün	22.20±1.05 ^{aC}	28.04±0.56 ^{aA}	24.89±2.73 ^{aB}
90. Gün	22.98±1.49 ^{aC}	28.42±0.77 ^{aA}	25.03±2.73 ^{aB}
120. Gün	23.18±1.48 ^{aC}	28.69±0.59 ^{aA}	25.61±1.49 ^{aB}
150. Gün	23.66±0.57 ^{aC}	28.97±1.38 ^{aA}	25.84±0.55 ^{aB}
180. Gün	24.05±1.10 ^{aC}	28.99±0.63 ^{aA}	26.42±1.90 ^{aB}

a Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-C Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Üç pişirme yönteminde de depolama zamanına bağlı olarak örneklerin sertlik değerlerinde artış meydana gelmiştir (Şekil 4.54.).



Şekil 4.54. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı olarak sertlik değişimleri

Ancak bu artış depolama zamanına bağlı olarak önemli görülmemiştir ($p>0.05$). Her üç pişirme yönteminden en yüksek sertlik değeri sırasıyla; fırın, mikrodalga ve kızartma yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde görülürken, yöntemler arasındaki sertlik değerleri arasındaki farklılık önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.80.).

Bayat ekmek ilaveli cips örneklerinde depolamaya bağlı örneklerin tekstürel sertlik değerinde değişme gözlenmemiştir (Yüksel, 2014). Havuç cipsi üzerine yapılan başka bir çalışmada da örneklerin 5 aya kadar olan depolama sürelerinde tekstür değerinde herhangi bir değişme olmadığı gözlemlenmiştir (Sulaeman ve ark., 2003).

4.4.2.2. Biyokimyasal analiz sonuçları

4.4.2.2.1. Antioksidan aktivite analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerin EC_{50} değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.81. de gösterilmiştir.

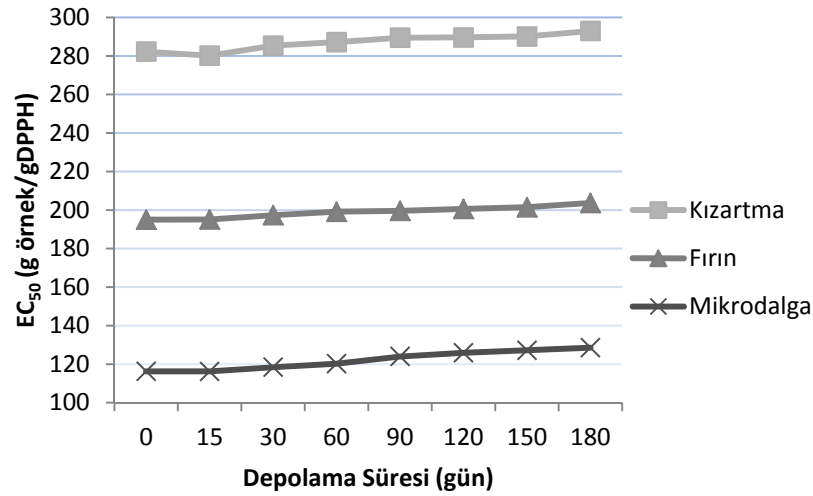
Çizelge 4.81. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait EC₅₀ değerleri analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	282.22±1.47 ^{dA}	195.00±1.18 ^{dB}	116.25±2.05 ^{dC}
15. Gün	280.14±0.44 ^{dA}	195.09±2.24 ^{dB}	116.20±0.96 ^{dC}
30. Gün	285.36±0.61 ^{cA}	197.31±1.65 ^{cdB}	118.39±2.06 ^{cdC}
60. Gün	287.11±1.44 ^{cA}	199.10±1.41 ^{bcB}	120.22±2.44 ^{cC}
90. Gün	289.47±1.13 ^{bA}	199.55±0.97 ^{bcB}	123.97±1.60 ^{bC}
120. Gün	289.56±1.46 ^{bA}	200.56±0.81 ^{abcB}	125.87±2.98 ^{abC}
150. Gün	290.08±1.26 ^{bA}	201.44±2.31 ^{abB}	127.19±1.43 ^{abC}
180. Gün	292.93±1.02 ^{aA}	203.69±2.11 ^{ab}	128.54±1.30 ^{aC}

a-d Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-C Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

EC₅₀ değerleri deplamaya bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.55.). Bu artış kızartılmış cipslerde 15. günden sonra, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerde 30. günden sonra önem arz etmiştir (p<0.05). Pişirme yöntemleri arasında ise en yüksek EC₅₀ değeri kızartılmış cipslerde en düşük EC₅₀ ise mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş örneklerde görülmüştür (p<0.05). EC₅₀ değerinin düşük olması antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu manasına geldiği için, farklı yöntemler ile pişirilmiş cips örnekleri antioksidan aktivite açısından mikrodalga>fırın>kızartma olarak tespit edilmiştir. Bu durum bize aynı miktarda MTO kullanılmış olmasına rağmen pişirme yöntemine göre antioksidan aktivitenin değişebileceğini göstermektedir.



Şekil 4.55. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolanmaya bağlı olarak EC₅₀ değerleri

4.4.2.2.2. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM) analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin TFMM değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.82. de gösterilmiştir.

Çizelge 4.82. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait TFMM analiz sonuçları

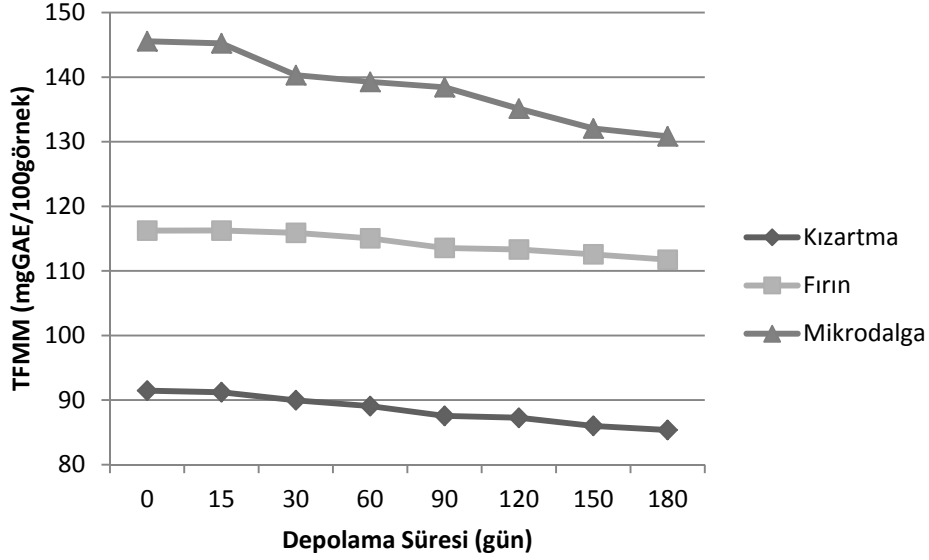
Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	91.45±0.61 ^{aC}	116.23±1.03 ^{aB}	145.55±1.05 ^{aA}
15. Gün	91.20±1.07 ^{aC}	116.24±0.45 ^{aB}	145.22±0.58 ^{aA}
30. Gün	89.97±0.76 ^{abC}	115.88±1.84 ^{aB}	140.31±0.26 ^{bA}
60. Gün	89.06±0.99 ^{abcC}	115.04±1.16 ^{abB}	139.26±2.53 ^{bA}
90. Gün	87.55±0.80 ^{bcdC}	113.55±0.91 ^{bcB}	138.44±2.93 ^{bcA}
120. Gün	87.25±0.95 ^{cdA}	113.31±1.69 ^{bcB}	135.12±2.74 ^{cdA}
150. Gün	86.00±0.30 ^{dC}	112.56±0.65 ^{cB}	132.05±1.28 ^{deA}
180. Gün	85.35±0.57 ^{dC}	111.74±0.33 ^{cB}	130.84±1.54 ^{eA}

a-e Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-C Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

TFMM deplamaya bağlı olarak azalmıştır (Şekil 4.54.). Bu azalış kızartılmış ve fırınlanmış cipslerde 90. günden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunurken (p<0.05), mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cipslerdeki depolamadaki farklılık 30. günde önemli bulunmuştur (p<0.05).

Pişirme yöntemleri arasında ise en yüksek TFMM mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş örneklerde en düşük TFMM değeri ise kızartılmış cipslerde görülmüştür (p<0.05) (Şekil 4.56.).



Şekil 4.56. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı olarak TFMM değerleri

Bu durum bize aynı miktarda MTO kullanılmış olmasına rağmen pişirme yöntemine göre TFMM'nin değişebileceğini göstermektedir.

Mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş mantar cipslerinin TFMM'nin ve antioksidan kapasitesinin yüksek çıkmasının sebebinin örneklerin yüksek enerjide kısa sürede işlem görmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Şimşek, 2010).

Potansiyel olarak faydalı etkilere sahip olan fenolik bileşenler ve polifenol oksidaz gibi oksidatif özellikteki enzimler mantarların bileşiminde doğal olarak bulunmaktadır. Ancak bu fenolik bileşiklerin depolamaya bağlı olarak potansiyel faydaları azalmaktadır (Ramirez-Anguiano, 2007). Her üç işlem içinde depolamaya bağlı olarak antioksidan aktivite ve TFMM azalmaktadır ($p < 0.05$).

4.4.2.3. Renk ölçüm sonuçları

4.4.2.3.1. L* değeri analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin L* değeri değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.83. de gösterilmiştir.

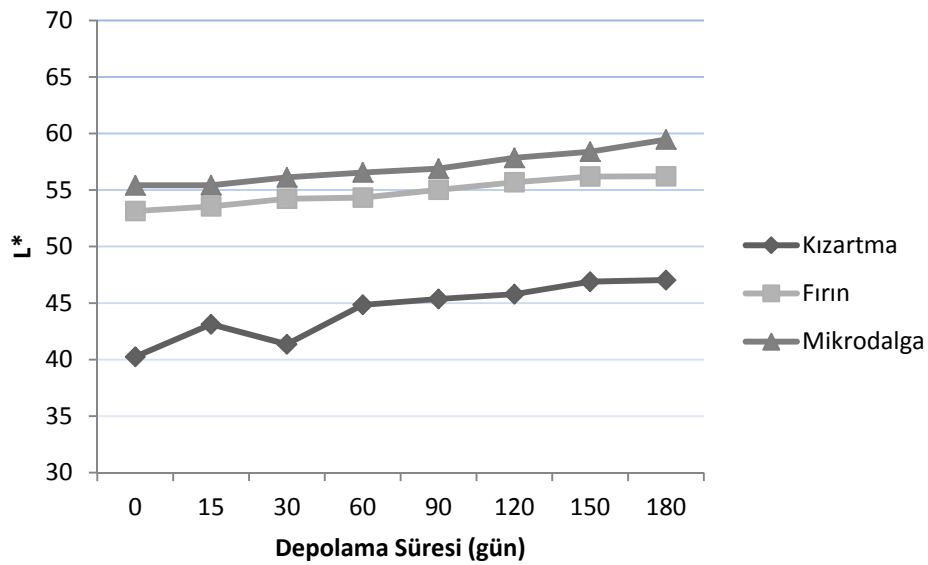
Çizelge 4.83. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait L* değeri analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	40.25±0.93 ^{dC}	53.14±1.23 ^{aB}	55.41±0.10 ^{bA}
15. Gün	43.12±1.27 ^{cdB}	53.55±1.72 ^{aA}	55.42±0.10 ^{bA}
30. Gün	41.35±1.30 ^{bcB}	54.23±1.55 ^{aA}	56.12±1.80 ^{abA}
60. Gün	44.84±1,56 ^{abB}	54.33±1.91 ^{aA}	56.55±1.91 ^{abA}
90. Gün	45.36±1.44 ^{abB}	55.02±1.22 ^{aA}	56.89±0.37 ^{abA}
120. Gün	45.78±0.40 ^{aC}	55.69±0.60 ^{aB}	57.85±0.71 ^{abA}
150. Gün	46.89±1.69 ^{aB}	56.20±1.13 ^{aA}	58.39±2.87 ^{abA}
180. Gün	47.03±0.94 ^{aB}	56.21±0.70 ^{aA}	59.47±1.80 ^{aA}

a-d Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-C Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Her üç pişirme yöntemi içinde L* değeri zamana bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.57.).



Şekil 4.57. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı L* değerleri

Bu artış fırınlanmış cips örneklerinde, istatistiksel olarak önemli bulunmaz iken (p>0.05), kızartılmış örneklerde depolamanın 30. gününde istatistiksel olarak önemli (p<0.05), mikrodalga ile pişirilmiş örneklerde ise parlaklık değerleri arasındaki farklılık 180. günde etkili olmuştur (p<0.05). Pişirme yöntemleri arasında en yüksek L* değeri mikrodalga ile pişirilmiş cips örneklerinde görülür iken, en düşük L* değeri kızartılmış cips örneklerinde görülmüştür (p<0.05).

Çalışma kapsamında elde edilen sonuç, Evranuz ve Şengül (1994) ve Yüksel (2014) tarafından yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir.

4.4.2.3.2. a* değeri analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin a* değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.84. de gösterilmiştir.

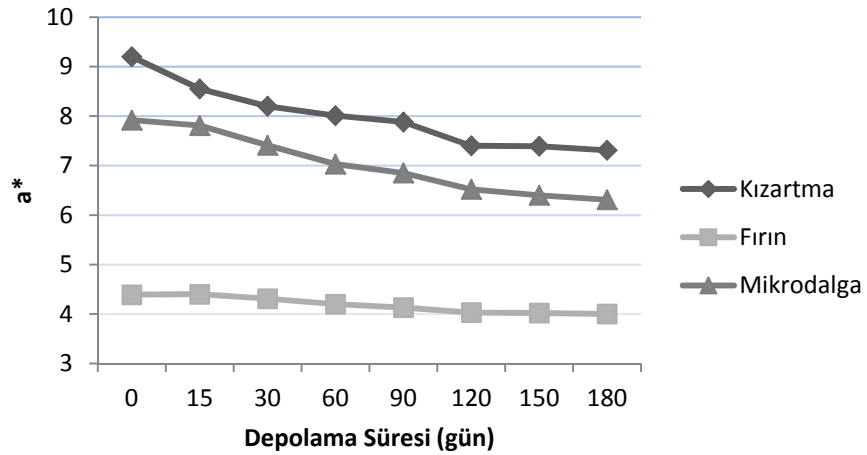
Çizelge 4.84. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait a* değeri analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	9.20±0.13 ^{aA}	4.39±0.03 ^{ab}	7.92±0.97 ^{aC}
15. Gün	8.55±0.48 ^{abA}	4.40±0.12 ^{ab}	7.81±0.90 ^{ab}
30. Gün	8.20±0.53 ^{ba}	4.31±0.03 ^{abB}	7.41±0.70 ^{abA}
60. Gün	8.01±0.30 ^{bcA}	4.20±0.14 ^{bcC}	7.03±0.33 ^{abB}
90. Gün	7.88±0.17 ^{bcA}	4.13±0.15 ^{bcdC}	6.85±0.20 ^{abB}
120. Gün	7.40±0.05 ^{dA}	4.03±0.05 ^{cdC}	6.52±0.37 ^{abB}
150. Gün	7.39±0.10 ^{dA}	4.02±0.06 ^{cdC}	6.40±0.45 ^{abB}
180. Gün	7.31±0.45 ^{dA}	4.00±0.19 ^{cdC}	6.31±0.01 ^{abB}

a-d Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-C Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinin a* değeri zamana bağlı olarak azalmıştır (p<0.05). En yüksek a* değeri de kızartılmış cips örneklerinde tespit edilmiştir (p<0.05) (Şekil 4.58.).



Şekil 4.58. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı a* değerleri

Yüksel (2014), tarafından yapılan çalışmada da kızartılmış buğday cipslerinin depolama zamanına bağlı olarak a* değerinde azalma meydana gelmiş ve bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak bu azalışın pratikte önemli olmadığını vurgulanmıştır.

4.4.2.3.3. b* değeri analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin b* değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.85. de gösterilmiştir.

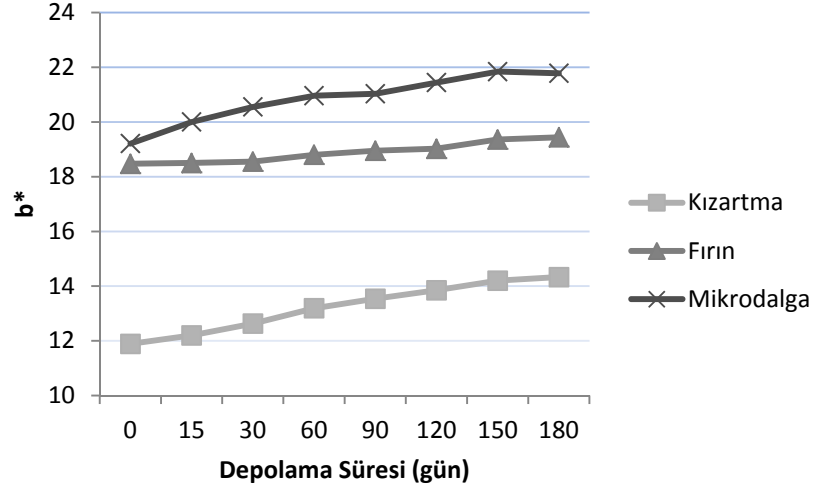
Çizelge 4.85. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait b* değeri analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	11.89±0.13 ^{eb}	18.47±0.63 ^{aA}	19.21±0.55 ^{cA}
15. Gün	12.20±0.41 ^{deB}	18.50±1.13 ^{aA}	20.00±1.42 ^{bcA}
30. Gün	12.63±0.85 ^{cdeC}	18.55±0.55 ^{ab}	20.55±0.34 ^{abcA}
60. Gün	13.19±0.21 ^{bcdC}	18.80±0.44 ^{ab}	20.96±0.57 ^{abA}
90. Gün	13.54±0.79 ^{abcC}	18.95±0.54 ^{ab}	21.03±0.61 ^{abA}
120. Gün	13.85±0.81 ^{abB}	19.02±1.45 ^{aA}	21.44±1.38 ^{abA}
150. Gün	14.20±0.49 ^{abC}	19.36±1.43 ^{ab}	21.84±1.31 ^{aA}
180. Gün	14.33±0.16 ^{aC}	19.44±0.39 ^{ab}	21.78±0.55 ^{abA}

a-e Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

A-C Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinin b* değeri zamana bağlı olarak artmıştır. Ancak bu artış istatistiksel olarak kızartılmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde etkili olmuştur ($p<0.05$). En yüksek b* değeri mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde en düşük b* değeri de kızartılmış cips örneklerinde tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.59.).



Şekil 4.59. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya bağlı b* değerleri

Yüksel (2014), tarafından yapılan kızartılmış buğday cipsi çalışmasında da depolama zamanına bağlı olarak b* değerinde artma meydana gelmiş ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

4.4.2.4. Duyusal analiz sonuçları

4.4.2.4.1. Renk analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin duyusal ölçüm parametrelerinden biri olan renk değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.86. da gösterilmiştir.

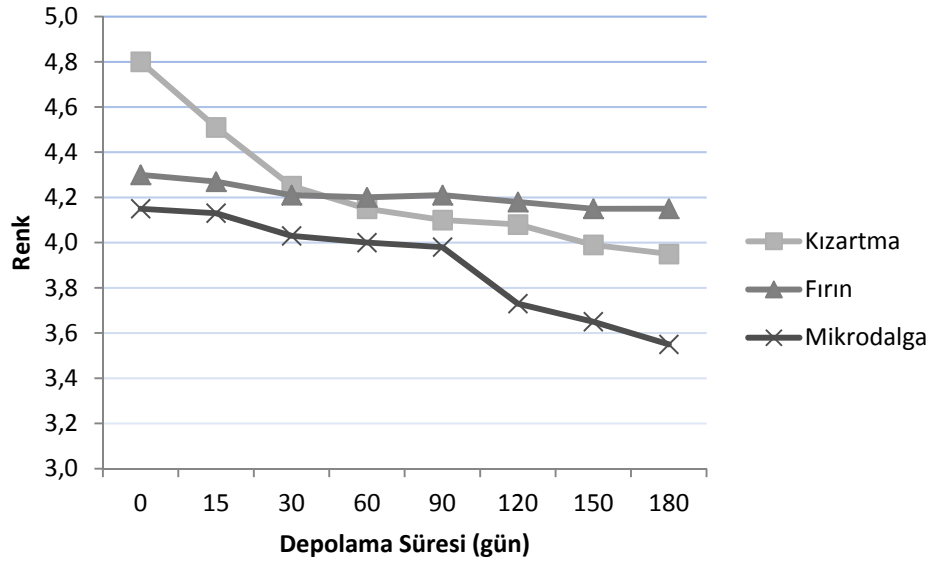
Çizelge 4.86. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait renk değerleri sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	4.80±0.13 ^{aA}	4.30±0.02 ^{aA}	4.15±0.03 ^{aA}
15. Gün	4.51±0.36 ^{aA}	4.27±0.02 ^{abA}	4.13±0.09 ^{aA}
30. Gün	4.25±0.05 ^{aA}	4.21±0.05 ^{bcA}	4.03±0.03 ^{abB}
60. Gün	4.15±0.02 ^{aA}	4.20±0.02 ^{bcA}	4.00±0.24 ^{abA}
90. Gün	4.10±0.13 ^{aA}	4.21±0.05 ^{bcA}	3.98±0.37 ^{abA}
120. Gün	4.08±0.25 ^{aA}	4.18±0.08 ^{cA}	3.73±0.34 ^{abcA}
150. Gün	3.99±0.09 ^{aA}	4.15±0.03 ^{cA}	3.65±0.24 ^{bcB}
180. Gün	3.95±0.07 ^{aB}	4.15±0.01 ^{cA}	3.55±0.12 ^{cC}

a-c Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

A-C Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

Renk değeri skorları her üç pişirme yönteminde de zamana bağlı olarak azalma Şekil 4.60. da gösterilmiştir. Ancak bu azalış kızartılmış cipslerde depolama süresince görülen farklılık istatistiksel olarak etkili olmaz iken ($p>0.05$), fırınlanmış cipslerde 30. günden itibaren, mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerde ise 150. günden itibaren depolamaya bağlı değişiklikler etkili görülmüştür ($p<0.05$). Pişirme yöntemlerinin karşılaştırılmasında ise panelistler en yüksek puanı kızartılmış cipslere vermiştir. Ancak pişirme yöntemleri arasındaki farklılık 30. güne kadar etkili olmaz iken, kızartılış ve fırınlanmış cipslerde 180. günden sonra %95 güven aralığında farklılık etkili olmuştur.



Şekil 4.60. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya ait renk skorları

4.4.2.4.2. Gevreklik analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin gevreklik değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.87. de gösterilmiştir.

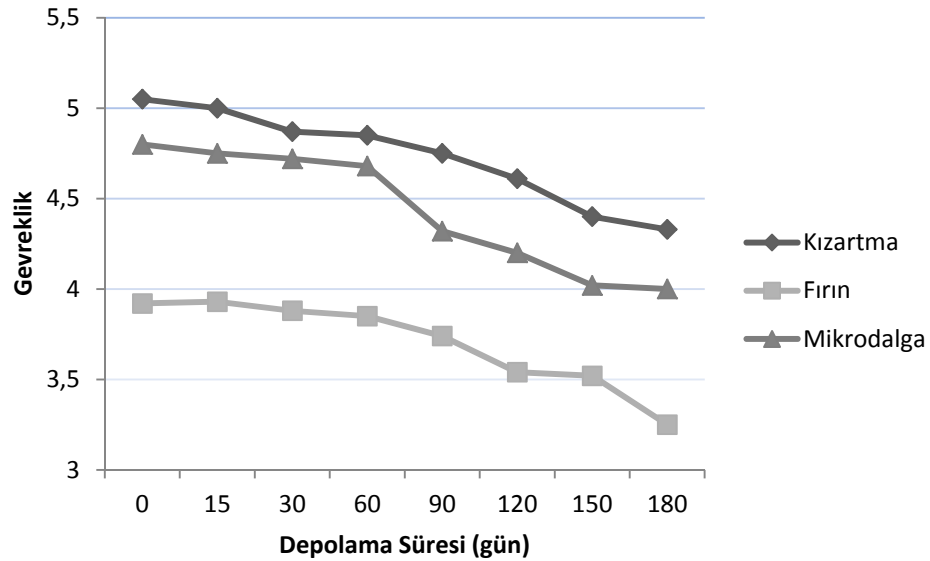
Çizelge 4.87. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait gevreklik değerleri analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	5.05±0.33 ^{aA}	3.92±0.07 ^{aB}	4.80±0.10 ^{aA}
15. Gün	5.00±0.25 ^{aA}	3.93±0.07 ^{aB}	4.75±0.10 ^{aA}
30. Gün	4.87±0.53 ^{abA}	3.88±0.20 ^{abB}	4.72±0.24 ^{aA}
60. Gün	4.85±0.14 ^{abA}	3.85±0.02 ^{abB}	4.68±0.30 ^{aA}
90. Gün	4.75±0.31 ^{abA}	3.74±0.04 ^{abB}	4.32±0.22 ^{bA}
120. Gün	4.61±0.31 ^{abA}	3.54±0.01 ^{bcC}	4.20±0.13 ^{bB}
150. Gün	4.40±0.03 ^{bA}	3.52±0.12 ^{bcC}	4.02±0.06 ^{bB}
180. Gün	4.33±0.08 ^{bA}	3.25±0.38 ^{cB}	4.00±0.40 ^{bA}

a-c Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-C Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Gevreklik değeri skorları her üç pişirme yönteminde de zamana bağlı olarak azalmıştır (Şekil 4.61.). Gevreklik değerlerindeki bu azalmanın ürünün nem miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak depolamaya bağlı bu azalış kızartılmış cipslerde 150. günde etkili olurken, fırınlanmış cipslerde 120. günde, mikrodalga yönteminde ise 90. günde etkili olmuştur (p<0.05). Gevreklik değerleri kızartılmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cipslerde depolama zamanına bağlı olarak değişmezken (p>0.05), fırınlanmış cipslerde gevreklik skorları diğer pişirme yöntemlerinden daha düşük çıkmıştır (p<0.05).



Şekil 4.61. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya ait gevreklik skorları

Depolamaya bağlı sertlik değerleri ile duyusal değerlendirmedeki gevreklik değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı kıztartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmış cips örnekleri için sırası ile; -0,980, -0,950 ve -0,895 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre bu iki değer arasında negatif bir ilişki olduğu biri artarken diğerinin azaldığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Cipslerde gevreklik en çok arzu edilen tekstür özelliklerinin başında gelmektedir. Tüketicilerin cipsleri çok fazla tüketmesindeki en önemli parametrelerin başında gevreklik gelmektedir (Roudaut ve ark., 2002).

Ayrıca bu ürünlerde gevrekliğin artmasının bir sebebinin de nemin azalmasından kaynaklandığı düşünölmektedir (Nath ve Chattopadhyay, 2007). Çalışmamız kapsamında depolamaya bağlı kurumadaki değişim ile duyusal değerlendirmedeki gevreklik değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı kıztartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmış cips örnekleri için sırası ile; 0,975, 0,958 ve 0,952 olarak bulunmuştur. Kurumadde ve gevreklik arasındaki bu pozitif ilişki bize örneklerinin içermiş olduğu nem miktarıyla arasında negatif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

4.4.2.4.3. Tat/Koku analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin tat/koku değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.88. de gösterilmiştir.

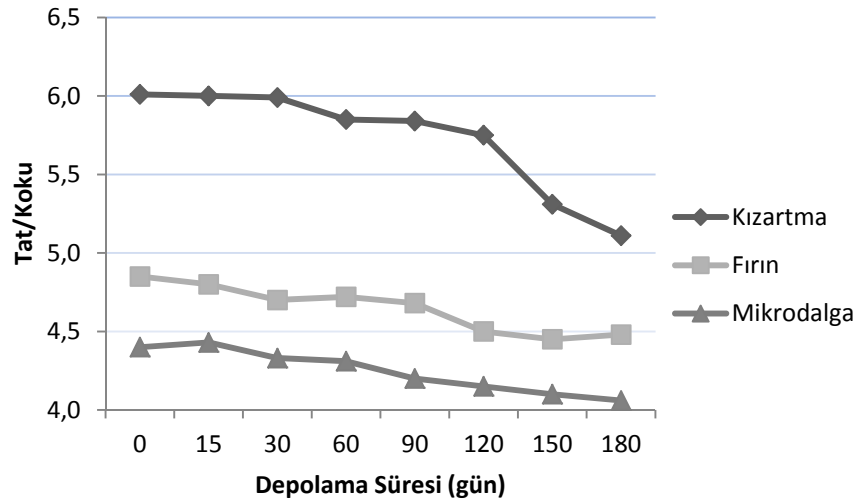
Çizelge 4.88. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait tat/koku değerleri analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	6.01±0.66 ^{aA}	4.85±0.75 ^{aB}	4.40±0.13 ^{aB}
15. Gün	6.00±0.27 ^{aA}	4.80±0.21 ^{aB}	4.43±0.82 ^{aB}
30. Gün	5.99±0.02 ^{aA}	4.70±0.15 ^{aB}	4.33±0.77 ^{aB}
60. Gün	5.85±0.02 ^{aA}	4.72±0.34 ^{aAB}	4.31±1.05 ^{aB}
90. Gün	5.84±0.06 ^{aA}	4.68±0.14 ^{aB}	4.20±0.76 ^{aB}
120. Gün	5.75±0.05 ^{abA}	4.50±0.57 ^{aAB}	4.15±1.16 ^{aB}
150. Gün	5.31±0.13 ^{bcA}	4.45±0.11 ^{aB}	4.10±0.72 ^{aB}
180. Gün	5.11±0.06 ^{cA}	4.48±0.11 ^{aA}	4.06±0.11 ^{aA}

a-c Her bir sütundaki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-B Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Duyusal değerlendirme parametrelerinden biri olan tat/koku skoru değeri her üç pişirme yönteminde de zamana bağlı olarak azalmıştır (Şekil 4.62.). Ancak depolamaya bağlı bu azalış fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerde %95 önem düzeyinde zamana bağlı etkili olmaz iken, kızartılmış cipslerde 150. günden itibaren tat ve koku değerlerinde azalmalar meydana gelmiş ve bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Pişirme yöntemlerinde en yüksek skoru kızartılmış cips, en düşük skoru ise mikrodalga ile pişirilmiş cips örnekleri göstermiştir. Ancak geleneksel (konveksiyonel) fırın ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örnekleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür (p>0,05).



Şekil 4.62. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya ait tat/koku skorları

4.4.2.4.4. Genel beğeni analiz sonuçları

Optimum normda üretilen, farklı pişirme yöntemlerinin ve depolama sürelerinin örneklerinin genel beğeni değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.89. da gösterilmiştir.

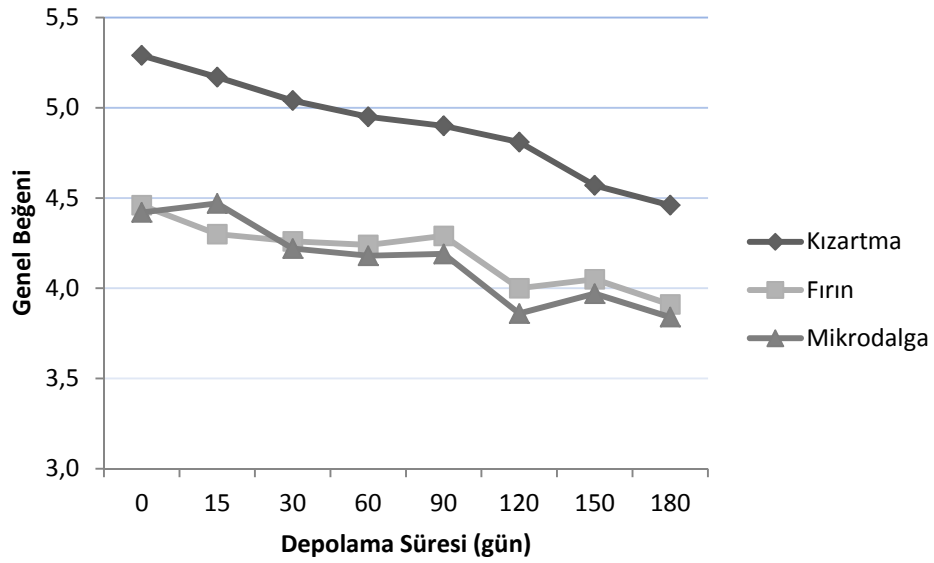
Çizelge 4.89. Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinin depolanmasına ait genel beğeni değerleri analiz sonuçları

Depolama Süresi	Kızartma	Fırın	Mikrodalga
0.Gün	5.29±0.71 ^{aA}	4.46±0.28 ^{aB}	4.42±0.09 ^{aB}
15. Gün	5.17±0.29 ^{abA}	4.30±0.13 ^{abB}	4.47±0.34 ^{aB}
30. Gün	5.04±0.20 ^{bcA}	4.26±0.13 ^{abB}	4.22±0.35 ^{abB}
60. Gün	4.95±0.09 ^{bcA}	4.24±0.13 ^{abcB}	4.18±0.53 ^{abB}
90. Gün	4.90±0.17 ^{ca}	4.29±0.08 ^{abcB}	4.19±0.45 ^{abB}
120. Gün	4.81±0.20 ^{ca}	4.00±0.22 ^{bcdB}	3.86±0.54 ^{abB}
150. Gün	4.57±0.08 ^{da}	4.05±0.09 ^{cdB}	3.97±0.34 ^{bB}
180. Gün	4.46±0.07 ^{da}	3.91±0.17 ^{dB}	3.84±0.21 ^{bB}

a-d Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin depolama süresince istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

A-B Her bir satırdaki farklı harfler işlemler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Duyusal değerlendirme parametrelerinin ortalaması alınarak hesaplanan genel beğeni skoru her üç pişirme yönteminde de zamana bağlı olarak azalmış ve istatistiksel olarak önem düzeyi farklı depolanma zamanlarında gerçekleşmiştir (Şekil 4.63.). Kızartılmış cips örneklerinde 30. günde, fırınlanmış cipslerde 120. günde ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde 150. günde istatistiksel olarak genel beğenide azalma gerçekleşmiştir (p<0.05). İstatistiksel veriler ışığında panelistler, mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde depolamaya bağlı renk, tat/koku ve gevreklik parametrelerindeki değişimleri diğer yöntemlere göre daha stabil olarak belirlemiştir. Ancak duyusal değerlendirmeler ışığında en beğenilen cips çeşitleri sırasıyla, kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips çeşidi olmuştur. Ancak kızartılmış cipsler genel beğeni açısından diğer yöntemlerle pişirilen cipslerden ayrılırken (p<0.05), fırınlanmış cipslerin sayısal skoru daha yüksek olmasına rağmen, istatistiksel olarak mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinden farklılık göstermemiştir (p>0,05).



Şekil 4.63. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin depolamaya ait genel beğeni skorları

Benzer şekilde Yüksel (2014) tarafından yapılan buday cipsi çalışmasında da depolama süresine bağlı olarak genel beğeni skorlarında azalmaların olduğu tespit edilmiştir.

Baltacıoğlu (2012) tarafından yapılan yer elması cipslerinden mikrodalga yöntemi ile pişirilen cipsler kızartılmış cipslere kıyasla genel beğenide daha çok beğenilmiştir. Ancak bizim çalışmamızda kızartılmış cips genel beğenide yüksek puan almıştır. Bunun sebebi olarak ülkemizde cips denilince genellikle kızartılmış cips akla gelmekte olup tat/aroma ve gevreklik olarak üstün özelliklere sahip olduğu düşünülmektedir.

5. GENEL DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER

5.1. Genel Değerlendirme

Bu çalışmada; istiridye mantarından mantar tozu ve cips elde etme olanakları araştırılarak taze mantarın kurutulması ve kurutulmuş mantar tozunun işlenmiş gıda sektöründe değerlendirilmesiyle çeşitli fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Aynı zamanda istiridye mantarının sahip olduğu fonksiyonel özelliklerin, kurutulmasında ve cips tarzı atıştırmalık ürünlere işlenmesindeki son ürün üzerine etkisi çeşitli analizler neticesinde belirlenmeye çalışılmıştır.

Üretilen mantar tozu ve mantar tozu katkılı cipslerde çeşitli analizler neticesinde en uygun yöntem koşulları belirlenmeye çalışılmış ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Optimum noktalarda üretilen mantar tozu ve farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmiş cipslerin fonksiyonel ürün profilinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada İstiridye Mantarı (*Pleurotus ostreatus*)'nın toz haline getirilmesi ve üç farklı pişirme yöntemi (kızartma, fırın, mikrodalga) ile cips üretiminde değerlendirme olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla istiridye mantarının kontrollü şartlarda üretimi yapılmıştır. Öncelikle üretilen mantarın kurutulma sıcaklık ve süresinin belirlenmesi, Design Expert 7. istatistiksel paket programının, Response Surface Methods (RSM=Yanıt Yüzey Yöntemi) ve Central Composite Dizayn modeli esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Deneme planına göre, istiridye mantarı, 13 farklı sıcaklık ve süre parametrelerinde kurutulmuş ve toz haline getirilmiştir (Şekil 3.10.). Toz haline getirilen mantarlar için kurutma sıcaklığı ve süresi faktör olarak seçilmiş olup protein, su aktivitesi, antioksidan aktivite ve TFMM dikkate alınarak aynı paket program kullanılarak kurutma sıcaklık ve süresi optimize edilmiştir. Tüm bu değerler sisteme girildiğinde 53 °C'de 276.8 dak. kurutma normu olarak belirlenmiştir. Optimum koşullardaki kabul edilebilirlik "desirability fonksiyonu" değeri 0.834 olarak belirlenmiştir.

Optimizasyonu yapılan mantar tozunun ihtiyaç duyulan kadarlık kısmı cips üretiminde kullanılmış, diğer kısmı ise depolamaya bağlı (6 ay) fiziksel, kimyasal, ve biyokimyasal analizler için modifiye atmosferde ambalajlanmış ve depolamaya bağlı değişimler izlenmiştir.

Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin üretimleri Şekil 3.15. de belirtilen şekilde yapılmıştır. Cipslerin üretim parametreleri ve optimizasyonu, Design Expert 7. istatistiksel paket programının, Response Surface Methods (RSM=Yanıt Yüzey Yöntemi) ve Central Composite Dizayn modeli esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Deneme planına göre her üç pişirme yöntemi içinde 20 çalışma noktası belirlenmiştir. Her bir çalışma noktası için fiziksel, kimyasal, biyokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikler ayrı ayrı incelenmiştir.

Kızartılmış cips için optimizasyon kriterleri; bağımsız değişkenlerden kızartma sıcaklığı ve süresi deneme dizaynları sonuçları bulunan değerler aralığında, MTO maksimum amaçla en yüksek (5) önemlilikte girilmiştir. Bağımlı değişkenlerden TFMM, protein, genel beğeni maksimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, EC₅₀, yağ ve su aktivitesi minimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, kuru madde, kül, L*, a*, b* değerleri ve sertlik ise analizlenen tüm deneme dizaynları sonuçları için bulunan değerler aralığında olarak belirlenmiştir. Programa girilen bilgiler ışığında depolama için üretilecek örnek cips, 180°C'de 130 sn, %40 MTO katkılı olarak hazırlanan cips örneği optimum norm olarak belirlenmiştir. Optimum koşullardaki kabul edilebilirlik "desirability fonksiyonu" değeri 0.729 olarak 5 farklı nokta belirlenmiş olup kızartılmış cips için depolanmada 1. sonuç dikkate alınarak üretim yapılmıştır (Ek-1). Üretilen cips örneği modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmiş ve 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün boyunca 25 °C'de depolanarak fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyuşal analizler yapılmıştır.

Fırınlanmış cips için optimizasyon kriterleri; bağımsız değişkenlerden kızartma sıcaklığı ve süresi deneme dizaynları sonuçları bulunan değerler aralığında, MTO maksimum amaçlam en yüksek (5) önemlilikte girilmiştir. Bağımlı değişkenlerden

TFMM, protein, genel beğeni maksimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, EC_{50} ve su aktivitesi minimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, kuru madde, kül, L^* , a^* , b^* değerleri ve sertlik ise analizlenen tüm deneme dizaynları sonuçları için bulunan değerler aralığında olarak belirlenmiştir. Programa girilen bilgiler ışığında $166^{\circ}C$ 'de 360 sn'de %40 MTO katkılı olarak hazırlanan cips örneği optimum norm olarak belirlenmiştir. Optimum koşullardaki kabul edilebilirlik "desirability fonksiyonu" değeri 0.819 olarak 5 farklı nokta belirlenmiş olup fırınlanmış cips için depolanmada 1. sonuç dikkate alınarak üretim yapılmıştır (Ek-2). Üretilen cips örneği modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmiş ve 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün boyunca $25^{\circ}C$ 'de depolanarak fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyu analizler yapılmıştır.

Mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips için optimizasyon kriterleri; bağımsız değişkenlerden pişirme gücü ve süresi deneme dizaynları sonuçları bulunan değerler aralığında, MTO maksimum amaçla en yüksek (5) önemlilikte girilmiştir. Bağımlı değişkenlerden TFMM, protein, genel beğeni maksimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, EC_{50} ve su aktivitesi minimum amaçla, en yüksek (5) önemlilikte, kuru madde, kül, L^* , a^* , b^* değerleri ve sertlik ise analizlenen tüm deneme dizaynları sonuçları için bulunan değerler aralığında olarak belirlenmiştir. Programa girilen bilgiler ışığında 817 watt, 100 sn ve %40 MTO katkılı olarak hazırlanan cips örnekleri istenilen kriterler ışığında optimum norm olarak belirlenmiştir. Optimum koşullardaki kabul edilebilirlik "desirability fonksiyonu" değeri 0.801 olarak 4 farklı nokta belirlenmiş olup mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips için depolanmada 1. sonuç dikkate alınarak üretim yapılmıştır (Ek-3). Üretilen cips örneği modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmiş ve 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün boyunca $25^{\circ}C$ 'de depolanarak fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyu analizler yapılmıştır.

5.1.1. Mantar tozunun depolamaya bağlı genel değerlendirilmesi

Mantar tozunun depolamaya bağlı olarak kurumadde miktarları azalmış olup bu azalma, 150. günde farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Protein miktarında da azalma belirlenmiş ve 180. günde görülen azalma önemli kabul edilmiştir ($p<0.05$).

Depolamaya bağlı kül ve su aktivitesi değerlerinde de artma ve azalmalar meydana gelmiş ancak bu değişimler %95 önem düzeyinde önemsiz görülmüştür ($p>0.05$).

Depolanan mantar tozunun, parlaklık (L^*) değerleri 71.65 ile 74.70 arasında, kırmızılık (a^*) değerlerinin 1.07 ile 1.18 arasında, sarılık (b^*) değerlerinin ise 9.55 ile 10.69 arasında değişmiştir. Depolanmış örneklerin L^* değerleri depolama süresine bağlı olarak artma eğilimi göstermiş olup bu artış depolamanın 90. gününde önemli görülmüştür ($p<0.05$). a^* ve b^* değerlerinde ise istatistiksel olarak bir değişme gözlenmemiştir ($p<0.05$).

Optimizasyonu yapılmış ve depolanmış mantar tozu örneklerine ait biyokimyasal analiz sonuçlarından EC_{50} değeri 15. gün depolamanın ardından artmış (antioksidan etki azalmış) ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). TFMM ise 120. gün depolamadan sonra azalmış ve bu azalmanın %95 önem seviyesinde etkili olduğu görülmüştür.

5.1.2. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin fizikokimyasal özelliklerinin depolamaya bağlı genel değerlendirmesi

Kızartılmış ve fırınlanmış cips örneklerinin kurumadde içerikleri depolama süresine bağlı olarak azalış göstermiştir Ancak bu azalma 150. gün depolamaya kadar önemsiz ($p>0.05$), 180. günde ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde ise yine depolamaya bağlı olarak kurumadde miktarı azalmış olup, ancak örnekler arasındaki depolamaya bağlı değişimlerin 150. günden itibaren önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$).

Farklı işlem yöntemleri ile pişirilmiş cips örneklerinden; kızartılmış cips örneklerinin kurumadde değeri mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinden yüksek olmasına rağmen aradaki farklılık 60. güne kadar önemli görülmez iken

($p>0.05$), fırınlanmış cips örneklerinin kurumadde değerleri daha düşük çıkmış olup ve diğer pişirme yöntemlerinden önemli ölçüde farklılık göstermiştir ($p<0.05$).

Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinin kül içeriklerinde depolama süresine bağlı azalma gözlenmiş ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür ($p>0.05$). 0. günde farklı pişirme yöntemlerinin kül miktarı üzerine etkisi önemsiz iken ($p>0.05$), daha sonra kül miktarlarında zamana bağlı değişimler istatistiki olarak önemli bulunsada pratikte bir öneminin olmadığı düşünülmektedir.

Aynı pişirme yöntemi ile depolanan örneklerin, protein değerlerinde depolama süresine bağlı değişme gözlemlenmiş ancak bu değişim önemli görülmemiştir ($p>0.05$). Farklı yöntemle pişirilmiş cipsler arasında ise en yüksek protein değeri sırasıyla; mikrodalga, fırın ve kızartma yöntemi ile pişirilen cipslerde görülmüştür ($p<0.05$).

Yüksek kurumadde içeriği ve düşük nem seviyesinden dolayı kızartılmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örneklerinin su aktivitesi değerleri fırınlanmış cips örneklerinden daha düşük seviyelerde tespit edilmiştir ($p<0.05$). Aynı yöntemle pişirilmiş cipslerde depolama süresine bağlı olarak su aktivitesi değerleri artmıştır. Ancak bu artış kızartılmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerde önemli görülmezken ($p>0.05$), fırınlanmış cipslerin 180. gününde su aktiviteleri arasındaki farklılık 0. gün ile kıyaslandığında farklılık görülmüştür ($p<0.05$). Her üç pişirme yöntemi karşılaştırıldığında su aktivitesi yönünden depolamaya bağlı en stabil pişirme yöntemi sırası ile mikrodalga, kızartma ve fırın şeklindedir.

Farklı yöntemle pişirilen cips örneklerinden kızartılmış mantar cipsi örneği derin yağda işlem görmüş olup, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş mantar cipsi örneklerinde yağ kullanılmadığından son ürünlerdeki yağ miktarının belirlenmesinde analiz yapmaya gerek görülmemiştir. Kızartılmış cips örneklerinde depolamaya bağlı olarak yağ miktarında artış olmuş ancak bu artış istatistiksel olarak önemli görülmemiştir ($p>0.05$).

Üç pişirme yönteminde de depolama zamanına bağlı olarak örneklerin sertlik değerlerinde artış meydana gelmiş olup, ancak bu artış önemli görülmemiştir ($p>0.05$). Her üç pişirme yönteminden en yüksek sertlik değeri sırasıyla; fırın, mikrodalga ve kızartma yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde görülürken, yöntemler arasındaki sertlik değerleri arasındaki farklılık önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$)

Her üç pişirme yöntemi içinde L^* değeri zamana bağlı olarak artmıştır. Bu artış fırınlanmış cips örneklerinde, istatistiksel olarak önemli bulunmaz iken ($p>0.05$), kızartılmış örneklerde depolamanın 30. gününde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$), mikrodalga ile pişirilmiş örneklerde ise parlaklık değerleri arasındaki farklılık 180. günde etkili olmuştur ($p<0.05$). Pişirme yöntemleri arasında en yüksek L^* değeri mikrodalga ile pişirilmiş cips örneklerinde görülür iken, en düşük L^* değeri kızartılmış cips örneklerinde görülmüştür ($p<0.05$).

Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinin a^* değeri zamana bağlı olarak azalmıştır ($p<0.05$). En yüksek a^* değeri de kızartılmış cips örneklerinde tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinin b^* değeri zamana bağlı olarak artmıştır. Ancak bu artış istatistiksel olarak kızartılmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde etkili olmuştur ($p<0.05$). En yüksek b^* değeri mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde en düşük b^* değeri de kızartılmış cips örneklerinde tespit edilmiştir ($p<0.05$).

5.1.3. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin biyokimyasal özelliklerinin depolamaya bağlı genel değerlendirmesi

Her üç pişirme yönteminde de, EC_{50} değerleri depolamaya bağlı olarak artmıştır ($p<0.05$). Bu artış kızartılmış cipslerde 15. günden sonra, fırınlanmış ve mikrodalga

fırın ile pişirilmiş cipslerde 30. günden sonra önem arz etmiştir ($p<0.05$). Pişirme yöntemleri arasında ise en yüksek EC_{50} değeri kızartılmış cipslerde en düşük EC_{50} ise mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş örneklerde görülmüştür ($p<0.05$). EC_{50} değerinin düşük olması antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu manasına geldiği için, farklı yöntemler ile pişirilmiş cips örnekleri antioksidan aktivite açısından mikrodalga>fırın>kızartma olarak tespit edilmiştir. Bu durum bize aynı miktarda MTO kullanılmış olmasına rağmen pişirme yöntemine göre son üründe antioksidan aktivitenin değişebileceğini göstermektedir.

Her üç pişirme yönteminde de, TFMM depolamaya bağlı olarak azalmıştır ($p<0.05$). Bu azalış kızartılmış ve fırınlanmış cipslerde 90.günden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$), mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cipslerdeki depolamadaki farklılık 30. günde önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Pişirme yöntemleri arasında ise en yüksek TFMM mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş örneklerde en düşük TFMM değeri ise kızartılmış cipslerde görülmüştür ($p<0.05$). Bu durum bize aynı miktarda MTO kullanılmış olmasına rağmen pişirme yöntemine göre TFMM'nin değişebileceğini göstermektedir.

5.1.4. Farklı yöntemlerle pişirilmiş cipslerin duyuşal özelliklerinin depolamaya bağılı genel değerlendirmesi

Renk değeri skorları, her üç pişirme yönteminde de zamana bağılı olarak azalma göstermiştir. Ancak bu azalış kızartılmış cipslerde etkili olmaz iken ($p>0.05$), fırınlanmış cipslerde 30. günden itibaren, mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerde ise 150. günden itibaren etkili görülmüştür ($p<0.05$). Pişirme yöntemlerinin karşılaştırılmasında ise panelistler en yüksek puanı kızartılmış cipslere vermiştir.

Gevreklik değeri skorları her üç pişirme yönteminde de zamana bağılı olarak azalmıştır ($p<0.05$). Gevreklik değerlerindeki bu azalmanın ürünün nem miktarının artmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Ancak depolamaya bağılı bu azalış kızartılmış cipslerde 150. günde etkili olurken, fırınlanmış cipslerde 120. günde,

mikrodalga yönteminde ise 90. günde etkili olmuştur ($p<0.05$). Fırınlanmış cipslerde gevreklik skorları diğer pişirme yöntemlerinden daha düşük çıkmıştır ($p<0.05$).

Enstrümental olarak ölçülen sertlik verileri ile duyuşal olarak belirlenen gevreklik değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı belirlenmiştir. Bu değer; kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örnekleri için sırası ile; -0,980, -0,950 ve -0,895 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre bu iki değer arasında negatif bir ilişki olduğu biri artarken diğerinin azaldığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Duyusal değerlendirme parametrelerinden biri olan tat/koku skoru değeri her üç pişirme yönteminde de zamana bağlı olarak azalmıştır. Ancak depolamaya bağlı bu azalış fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cipslerde %95 önem düzeyinde zamana bağlı etkili olmaz iken, kızartılmış cipslerde 150. günden itibaren tat ve koku değerlerinde azalmalar meydana gelmiş ve bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Pişirme yöntemlerinde en yüksek skoru kızartılmış cips, en düşük skoru ise mikrodalga ile pişirilmiş cips örnekleri göstermiştir. Ancak geleneksel (konveksiyonel) fırın ve mikrodalga fırın ile pişirilmiş cips örnekleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür ($p>0,05$).

Duyusal değerlendirmede renk, gevreklik ve tat/koku parametrelerinin ortalaması alınarak hesaplanan genel beğeni skoru her üç pişirme yönteminde de zamana bağlı olarak azalmış ve istatistiksel olarak önem düzeyi farklı depolanma zamanlarında gerçekleşmiştir. Kızartılmış cips örneklerinde 30. günde, fırınlanmış cipslerde 120. günde ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinde 150. günde istatistiksel olarak genel beğeni de azalma gerçekleşmiştir ($p<0.05$). Duyusal değerlendirmeler ışığında en beğenilen cips çeşitleri sırasıyla, kızartılmış, fırınlanmış ve mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips çeşidi olmuştur. Ancak kızartılmış cipsler genel beğeni açısından diğer yöntemlerle pişirilen cipslerden ayrılırken ($p<0.05$), fırınlanmış cipslerin sayısal skoru daha yüksek olmasına rağmen, istatistiksel olarak mikrodalga yöntemi ile pişirilmiş cips örneklerinden farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Çalışma sonuçlarına bakıldığında mikrodalga pişirme süresinin daha kısa olduğu görülmektedir. Zamana bağlı olarak enerjinin de daha düşük olduğu düşünülmektedir. Her üç pişirme yöntemi için antioksidan aktivite, TFMM ve protein değerinin en yüksek mikrodalga fırında pişirilen örneklerde olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Fonksiyonel özelliklerine göre en uygun pişirme yönteminin mikrodalga fırın ile pişirme yöntemi olduğu görülmektedir. Ancak yeni fonksiyonel bir ürün geliştirmede fonksiyonel özelliğinden önce duyu analizden geçerli not alabilmesine bağlıdır. Çünkü yeni bir ürünün, özellikle atıştırılabilir tarzı ürünlerde öncelikli olarak tüketiciye duyu olarak hitap etmesi gerekmektedir. Yapılan duyu analizler neticesinde genel beğeni skorlarından anlaşıldığı üzere en beğenilen cipsin kızartılmış mantar cipsi olduğu tespit edilmiştir. Ancak fırınlanmış ve mikrodalga fırın ile pişirmenin genel beğenide yaklaşık aynı oranda beğenildiği görülmüştür ($p > 0.05$). Dolayısıyla konveksiyonel fırın ile pişirme ile mikrodalga fırın ile pişirmede mikrodalga yönteminin daha avantajlı olduğu görülmektedir. Mikrodalga ile kızartma yönteminde ise tercih, piyasanın arz talep dengesine bağlı olarak değişebileceği düşünülmektedir. Her iki yöntemle de üretim yapılabilirliği gibi tüketicilerin tercihleri doğrultusunda üretim yapılabilir.

Geçtiğimiz yüzyılda, beslenme ve yeni gıda ürünü geliştirmede öncelikli olarak görünüm açısından çekiciliğe önem verilmiş, beslenme değeri ise dikkate alınmamıştır. Buda sağlıksız ürünlerin üretilmesine neden olmuştur. Dengesiz beslenmeye bağlı obezite ve beslenmeye bağlı hastalıkların görülme sıklığı gün geçtikçe artmaktadır. Hastalıklarının kontrol altına alınması için günlük diyetin fonksiyonel özelliği olan gıda bileşenleri ile zenginleştirilmesi önem taşımaktadır.

İnsanların sağlık konusuna daha fazla önem vermeye başlamaları, ilaç gibi tıbbi ürünlerinin yan etkilerinin gün geçtikçe artması doğal ürünlere ve fonksiyonel gıda ürünlerine yönelmelerini sağlamıştır. Fonksiyonel gıdalar, genellikle gıda içerisine dışarıdan fonksiyonel özelliğe sahip çeşitli bileşenin eklenmesiyle elde edilebilir. Günümüzde en çok kullanılan fonksiyonel gıda bileşenlerinden birisi antioksidanlardır. Antioksidanlar, vücuttaki reaksiyonlarda ara ürün olarak oluşan veya dışarıdan alınan serbest radikallerin eşlenmemiş elektronu yanına kendilerinden

bir elektron vererek onları kararlı hale getirebilen biyoaktif bileşiklerdir. Antioksidanlarca zengin gıdaların üretiminin artırılması ve tüketicilerin bu konuda bilinçlendirilmesi yaşam kalitesini artırmak ve daha sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için gereklidir.

Son yıllarda bazı besinlerin sağlık üzerindeki etkilerinin bilimsel olarak ortaya konulması, bu besinlerin günlük diyetimizde sıklıkla tükettiğimiz gıdalara eklenmesi kamuoyunda geniş yankı bulmuştur. Bu yaklaşımla fonksiyonel besinlere artan ilgi gün geçtikçe hız kazanmaktadır.

İstiridye mantarının üretim, sağlık açısından değerlendirilmesi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi alanında çok sayıda çalışma yapılmış olup gıda işleme teknolojisi alanında yeterli çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın temel amacı, istiridye mantarını cips ve mantar tozu gibi ürünlere işlenerek farklı bir bakış açısı kazandırmak, lifli yapısından dolayı hem tok tutucu, cips gibi çerez tipi ürünlere işlenmesi ile de yemesi hızlı, içerdiği statin, sıfır kolesterol, yüksek protein, düşük kalori, çeşitli vitamin ve minerallerce zengin bir ürün elde etmek hem de antioksidan, antimikrobiyal özelliklerinden dolayı bu bioaktif üründen yararlanmak ve elde edilen mantar tozunun çeşitli ürünlere kullanımıyla fonksiyonel ürün elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Atıştırmalık ürünler enerji miktarları açısından genellikle yüksek değerlere sahipken, diğer besin öğeleri açısından düşük ve dengesiz bir besin dağılımına sahiptir. Özellikle atıştırmalık ürünler, karbonhidrat ağırlıklı beslenme tipine girmektedir. Tüm bu sebeplerden ötürü yüksek miktarda tüketimi yapılan atıştırmalık ürünlerin daha sağlıklı ve daha besleyici hale getirilmesine yönelik çalışmalar son dönemlerde önem kazanarak devam etmektedir.

Bu çalışmada; istiridye mantarından cips ve mantar tozu elde etme olanakları araştırılarak ülkemizdeki mantar üretiminin işlenmiş gıda sektöründe değerlendirilmesiyle yeni bir ürün geliştirilmesi ve elde edilecek ürünlere yapılacak çeşitli analizler neticesinde ürünün özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler mantar tozunun gıda endüstrinin farklı alanlarında kullanılabilmesi sonucunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte üretilen mantar cipsleri fonksiyonel özelliklerinin yüksek olması yanında duyuşal değerlendirmede olumlu sonuçlar almıştır.

Cips ve benzeri ürünlerinin çocuk ve gençlerin yoğun ölçüde tükettiği bir gıda ürünü olduğu düşünöldüğünde, bu ürüne doğal katkı olan mantar tozu ilavesi ile mevcut cipslere nazaran daha doğal ve sağlıklı bir ürün ortaya çıkarılabileceği ve atıştırmalık ürünlerde önde gelen patates, mısır ve tahıl cipslerine alternatif olacağı düşünölmektedir.

5.1. Öneriler

Yapılan çalışmada istiridye mantarının taze, kurutulup toz haline getirilmiş ve farklı yöntemlerle pişirilmiş cips örneklerinin fizikokimyasal, biyokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi irdelenmiştir.

Ölkemizde cips üretimi ve tüketimi, yeni yeni gelişmekle beraber patatesli, mısırlı, soğanlı, kremalı, biberli, biftekli vb. gibi çok değişik formölasyonda üretilmektedir. Ancak bu ürünlerde kullanılan çeşniler genellikle doğala özdeş veya yapay aroma maddeleridir. Bu yüzden özellikle okul çağındaki çocuk ve gençlerin severek tükettikleri cipslerin üretiminde mantar tozu kullanılmasıyla daha sağlıklı bir ürün elde edilebileceği düşünölmektedir.

Hayvan beslenmesinde kullanılan tarımsal yan ürünler selölöz, hemiselölöz ve lignin yönünden zengindir ve bu maddeler geviş getiren hayvanlar tarafından parçalanamaz. Bu gibi tarımsal atık ürünleri, istiridye mantarı gibi mantar yetiştiriciliğinde kullanılarak biyolojik değeri yüksek ürünler üretilebilir ve mantarın hasadından sonra mantar atık maddesi olan kompost (yetiştirme ortamı) lignin içeriğinin azalmasından dolayı hayvan yemi olarak kullanılabilir. Bu şekilde atık

materyallerin çevreye zarar vermeyecek şekilde değerlendirilerek doğaya yeniden kazandırılması ile bir taraftan kaynakların optimum değerlendirilmesine diğer taraftan da çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca taze halde iken raf ömrü kısa olan bu besleyici üründen daha uzun süre yararlanılabilecektir.

Mantarın kurutulduktan sonra toz haline getirilmesindeki amaç ise, kolay karışabilme ve doz ayarlama kolaylığı, depolama ve ambalajlama kolaylığı, düşük taşıma maliyeti gibi avantajlarından dolayı gıda formülasyonlarında yaygın olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Dünya nüfusunun %30'u proteince yetersiz beslenmektedir. İstiridye mantarı taze ağırlık üzerinden ortalama %4, kuru ağırlık üzerinden de ortalama %25 civarında protein içermektedir. Proteinler, vücudun yapıtaşları olduğundan beslenmemizde son derece önemlidir. Cipslerin özellikle gelişme döneminde olan çocuk ve gençler tarafından daha fazla tüketildiği dikkate alındığında, proteince son derece zengin olan mantarların, cips tarzı atıştırmalık ürünlere işlenmesinin tüketiciler üzerinde olumlu etki uyandıracığı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın, mantar tozu kullanılarak farklı prosesler ile üretilmesi veya fonksiyonel özelliğe sahip farklı hammaddeler ile üretilmesine kaynak olacağı düşünülmektedir. Fonksiyonel özelliğe sahip olan atıştırmalık ürünlere sektörde ihtiyaç olduğu düşünülmekte olup fonksiyonel özelliğe sahip farklı hammaddelerin cips üretiminde ve aynı zamanda mantar tozunun da farklı gıda uygulamalarında kullanılabilecek olanakları araştırılabilir.

Ülkemizde istiridye mantarı üretimi için gerekli hammadde potansiyeli son derece yüksektir. Etkin şekilde değerlendirilemeyen ve çevre kirlenmesine yol açan birçok endüstriyel ve tarımsal atıkların mantar yetiştirmede kompost olarak kullanılması, teminindeki kolaylıklar ve ucuz olması istiridye mantarı üretimini cazip hale getirmektedir. Kültür mantarı üretiminin mevsime bağlı olmadığından tüm yıl üretiminin olması, yüksek besin değeri yanında ucuz olması ve çalışmamız

kapsamında üretilen mantar tozunun gıda sanayisinin birçok alanında ürün formülasyonlarında kolay kullanım imkanı sağlaması gibi özellikleri, mantarların gıda endüstrisinde kullanım potansiyelini arttıracığı düşünülmektedir.

Son yıllarda hastalıkların çoğalması ve bu hastalıkların yediklerimiz ile ilişkilendirilmesi, İnsanların sağlık konusunda gıdalarına daha fazla önem vermelerini sağlamıştır. Bilinçli tüketiciler hastalıktan önce sağlık önlemlerinin alınmasında kimyasal içerikli takviyeler yerine, doğal ürünlere yönelmeleri ile birlikte fonksiyonel gıda ürünlerine olan ilgi artmıştır. Önceki literatür verileri ve çalışmamız kapsamında elde edilen veriler ışığında istiridye mantarının sağlık üzerinde olumlu etki oluşturacağını düşünmekteyiz. Aynı zamanda mantar tozunun birçok gıda ürününe fonksiyonel özellik katmada rahatlıkla kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Örnek gıda ürünü olarak seçtiğimiz çocukların ve gençlerin severek tükettiği cips ürünü üzerine yapılan çeşitli analizler sonucunda alınan olumlu sonuçlara bakıldığında ürünün başarılı olduğu düşünülmektedir.

Özellikle çağımızda çeşitli sosyokültürel etmenler insanların abur cubur ürünler dediğimiz atıştırmalık ürünlere olan ilgisinin artmasına neden olmuştur. Zaten hali hazırda tüketim potansiyeli olan bu sektördeki ürünlere fonksiyonel özellik katmanın üretici ve tüketiciler için olumlu sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir. Ülkemizde fonksiyonel ürün üretiminde açık olduğu düşünülmekte olup bu konuda yapılacak bilimsel ve endüstriyel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- ABE, A., EIRA, A. F., and MINHONI, M. T., 1992. Relationship Between Pasteurization Temperature and Compost Contamination During Culture of *P. ostreatus*. *Chientifca Jaboticapol*, 20 (2): 423-433.
- ADAMOVIĆ, M., GRUBIĆ, G., MILENKOVIĆ, I., JOVANOVIĆ, R., PROTIĆ, R., SRETENOVIĆ, L., and STOICEVIĆ, L., 1998. The Biodegradation of Wheat Straw by *Pleurotus ostreatus* Mushrooms and Its Use in Cattle Feeding. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 71 (3-4): 357-362.
- AFYON, A., 1988. *Pleurotus ostreatus* Kültüründe Farklı Sterilizasyon Metotların Verim ve Erkenciliğe Etkilerinin Karşılaştırılması. *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 12(1): 1-7.
- AGUILERA, J. M., and ARIAS, E. P., 1992. CYTED-D AHI: An Ibero American Project on Intermediate Moisture Foods and Combined Methods Technology. *Foods Rescarch International*, 25:159-165.
- AĞAOĞLU, Y., S., ve GÜLER, M., 1991. Doğal ve Kültüre Alınabilir Mantar Türleri-II. Kayın Mantarı (*Pleurotus spp.*) Yetiştiriciliği. T.C. Orman Bakanlığı, Orman Gen.Müd., Ankara, 46 s.
- AHZA, A. B., FİDİENA, T. I., and SURYATMAN, S., 2015. Physical, Sensorial and Chemical Characteristics of Simulated Chips of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz): Rice (*Oryza sativa* L.) mix. *Procedia Food Science*, 3: 82 – 95
- AKGÜL, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:15, Ankara, s.451.
- AKSU, Ş., ve GÜNAY, A., 2000. Yemeklik Mantar Raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu, Sebzeçilik AltKomisyonu, Yalova.
- AKSU, Ş., 2001. Kayın Mantarı (*Pleurotus ssp.*) Üretim Teknikleri. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yayın NO:85, Yalova.
- AKYUZ, M., and KIRBAG, S., 2010. Nutritive Value of Wild Edible and Cultured Mushrooms. *Turk. J. Biol.* 34: 97-102.
- ALEXOPOULOS, C. J., MIMS, C.W., and BLACKWELL, M., 1996. *Introductory Mycology*. Fourth Edition, John Willey and Sons, Inc. New York.
- ALONSO, R., AGUIRRE, A., and MARZO, F., 2000. Effects of Extrusion and Traditional Processing Methods on Anti nutrients and in Vitro Digestibility of Protein and Starch in Faba and Kidney Beans. *Food Chemistry*, 68: 159-165.
- ALTAN, A., 1990. Tahıl Ürünleri Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 1-15.
- ALTAN, A., MCCARTHY, K.L., and MASKAN, M., 2006. The Effect of Screw Configuration on Extrudate Properties of Barley Products. *Cereal Products Technology Congress and Exhibition*, Gaziantep, Turkey, 7-8 September, pp.270-279,
- ALTAN, A., TURHAN, M., and GUNASEKARAN, S., 2005. Short Communication: Comparison of Covered and Uncovered Schreiber Test for Cheese Meltability Evaluation. *Journal of Dairy Science*, 88, 857-861.
- ALTUG, T., 2001. Gıda Katkı Maddeleri, Ege Üniversitesi, İzmir.
- ANCONA MENDEZ, L., SANDOVAL CASTRO, C.A., BELMAR CASSO, R., and CAPETILLO LEAL, C.M., 2005. Effect of Substrate and Harvest on 184 the

- Amino Acid Profile of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 12 (5): 447-450
- ANDERSON, N. A., WANG, S. S., and SCHWANDT, J. W., 1973. The *Pleurotus ostreatus* Sapidus Secies Complex. *Mycologia*, Vol, 65, 30-35.
- ANONİM, 1993. TDD (Tükiye Diyetisyenler Derneği). Hızlı Hazır Yemek Sistemi (Fast Food) Hizmetiçi Eğitim Semineri, 17-18 Kasım, Ankara.
- ANONİM, 2003a. <http://www.ogm.gov.tr/sites1/mnedir.htm>.
- ANONİM, 2003b. <http://www.ogm.gov.tr/sites1/mnedir.htm>
- ANONİM, 2004. Shiitake Nutritional Value. <http://www.fruiting-bodies.co.uk/shiitakenutritional>.
- ANONİM, 2008. Türkiye'deki Buğday Üretim Miktarları, DDE, (<http://www.die.gov.tr/>), (Erişim Tarihi: Mayıs 2011).
- ANONİM, 2012. Hürriyet Ekonomi. <http://arama.hurriyet.com.tr/arsivnews.aspx?id=10122814>.
- ANONİM, 2014. <http://www.haberekspres.com.tr/cipsin-158-yillik-tarihi-h19334.html>, (Erişim tarihi: Mayıs 2014).
- ANONYMOUS, 1997. Preventing Micronutrient Malnutrition. A Guide to Food Based Approaches. A Manual for Policy Makers and Programmed Planners (FAO/ILSI).
- AOCS., 1999. Recommended Method of Analysis, AOCS, USA.
- AVCI, E., 2007. <http://heryerdenhaber.com/V1/Pg/DetailCity/ NewID/40832>.
- AVŞAR, Ö., 2006, Pazarlama Stratejisi Olarak Yeni Ürün Geliştirmenin Rekabet Avantajı Yaratmadaki Etkisi ve Gıda Sektöründe Örnek Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.
- BALTACIOĞLU, C., 2012. Production of Chips and Crisp From Jerusalem Artichoke. The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, Doktora tezi, Ankara, 175 s.
- BANO, Z., BHAGYA, S., and SRINIVASA, K. S., 1981. Essential Amino Acid Composition and Proximate Analyses of the Mushroom *Pleurotus eous* and *P. florida*, *Mushroom Newsletter the Tropics*, 1(3): 6-10.
- BANO, Z., RAJARATHAM, S., and SHASHI REKHA, M. N., 1992. Mushroom as the Unconventional Single Cell Protein for a Conventional Consumption. *Indian Food Parker*, 46(5), 20-31.
- BAS, D., ve BOYACI, I. H., 2007. Modeling and Optimization I: Usability of Response Surface Methodology. *Journal of Food Engineering*, 78: 836-845.
- BAŞER, K.H.C., ve KIRIMER, N., 2002. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler. 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir.
- BAŞKAYA-SEZER, D., 2014. Havuç Dilimlerinde Mikrodalga Haşlama Koşullarının Optimizasyonu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Tokat, Türkiye, 89 S.
- BAUMANN, J., WURN, G., and BRUCHLAUSEN, V.. 2002. Prostaglandin Synthetase Inhibiting O₂ Radical Scavenging Properties of Some Flavonoids and Related Phenolic Compounds. *Naunyn-Schmiedebergs Archives of Pharmacology*. 308 (27).
- BAYSAL, A., 2002. Beslenme. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Teknolojisi Yüksek Okulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Hatipoğlu Yayınevi Ankara, 495s.

- BAYSAL, E., ve YALINKILIÇ, M. K., 2002. Lignoselülozik Atık Materyal Üzerinde *Pleurotus Florida* Jacq. Ex. Fr. Kumm. Kültürü, *Ekoloji*, 11 (45): 6-8.
- BAYSAL, E., PEKER, H., YALINKILIÇ, M.K., and TEMİZ, A., 2003. Cultivation of Oyster Mushroom on Waste Paper with Some Added Supplementary Materials. *Bioresource Technology*, 89 (1): 95 - 97.
- BETZ, J.M., 1999. Government Perspective on Nutraceuticals and Functional Foods, Texas AXM University, Texas.
- BEZERRA, M. A., SANTELLI, R. E., OLIVEIRA, E. P., VILLAR, L. S., and ESCALEIRA, L. AI., 2008. Response Surface Methodology (RSM) As A Tool for Optimization in Analytical Chemistry. *Talanta*, 76: 965–977.
- BILMAN, E. M., VAN TRIJP, J. C. M., and RENES, R. J., 2010. Consume Perceptions Of Satiety-Related Snack Food Decision Making. *Appetite*, 55 (3): 639-647.
- BONATTI, M., KARNOPP, P., SOARES, H.M., and FURLAN, S.A., 2004. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus Sajor-Caju* Characteristics when Cultivated in Different Lignocellulosic Wastes. *Food Chemistry*, 88: 425- 428.
- BOSKOU, D., and ELMADFA, I., 1999. Frying of food: Oxidation, Nutrient and Non-Nutrient Antioxidants, Biologically Active Compounds, and High Temperatures. Lancaster, Pa: Technomic Pub. Co.
- BOZKURT, H., ve BAYRAM, M., 2006. Colour and Textural Attributes of Sucuk During Ripening. *Meat Science*, 73 (2): 344–50.
- BOZTOK, K., and N. ERKİP, 2002. Meşe Mantarının (*Lentinula Edodes*) Ağaç Kütükleri Üzerinde Yetiştiriciliği. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, İzmir, 39(1):149- 155.
- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M.E., and BERSET, C., 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie*, 28, 25-30.
- BRAVO, L., 1998. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism and Nutritional Significance, *Nutrition Reviews*, 56:317-333.
- BRENE, W. M., 1990 Nutritional and Medicinal Value of Specialty Mushrooms, *J. Food Protection*, Vol. 53, No. 883-894
- BRENETON, R. G., 2007, *Applied Chemometrics for Scientists*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 379 p.
- BREWER M, S., and BEGUM, S., 2003. Effects of Microwave Power Level ve Time on Ascorbic Acid Content, Peroxidase Activity ve Color of Selected Vegetables. *Food Sci Hum Nutr*, 27 (6): 411-426.
- BRUNS, R.E., SCARMINIO, I.S., and NETO, B.D.B., 2006. *Statistical Design-Chemometrics*, Elsevier, Amsterdam, 412p.
- BURTON, K. S., and NOBLE, R., 1993. The Influence of Flush Number, Brusing and Storage Temperature on Mushroom Quality. *Postharvest Biology and Technology*, 3, 39-47.
- CAGLARIRMAK, N., 2007. The Nutrients of Exotic Mushrooms (*Lentinus edodes* and *Pleurotus* species) and an Estimated Approach to the Volatile Compounds, *Food Chemistry*, 105: 1188-1194.

- CAGLARIRMAK, N., UNAL, K., and OTLES, S., 2001. Determination of Nutritive Changes of Canned Mushrooms (*Agaricus bisporus*) During Storage Period. *Micologia Aplicada International*. 13(2), p.97-101.
- CAMİRE, M. E., DOUGHERTY, M. P., and BRİGGS, J. L., 2007. Functionality of Fruit Powders in Extruded Corn Breakfast Cereals, *Food Chemistry* 101 (2007) 765–770.
- CANKURTARAN, M., 2008. Kızartılmış Buğday Cipsi Üretimi ve Elde Edilen Buğday Cipslerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 74 s.
- CANKURTARAN, M., 2012. Kızartılmış buğday cipsi üretimi ve Elde Edilen Buğday Cipslerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Yüksek lisans tezi, 61 s.
- CARABIAS-MARTINEZ, R., RODRIGUEZ-GONZALO, E., REVILLA-RUIZ, P., and HERNANDEZ-MENDEZ, J., 2005. Pressurized Liquid Extraction in the Analysis of Food and Biological Samples, *Journal of Chromatography A*, 1089: 1-17.
- CEMEROĞLU, B., ve ACAR, J., 1995. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Yayın No:6, sayfa 24-28.
- CEMEROĞLU, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları, Biltav Yayınları, Ankara sayfa 281-282.
- CEMEROĞLU, B., 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. İkinci Baskı, 2 cilt, Ankara.
- CEMEROĞLU, B., KARADENİZ, F., and ÖZKAN, M., 2003. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 28. Ankara, 690 s.
- CEYLAN, Y., COŞKUNER, Y., and KARABABA, E., 2003. Patates Cipsi Üretiminde Oluşan Yapısal Değişimler. *Standart Ekonomik ve Teknik Dergi*, 42 (496).
- CHANG, S. T., and MILES, P. G., 2004. Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact, 5 (2): 29-31.
- CHANG, S. T., LAU, D. W., and CHO, K. Y., 1981. The Cultivation and Nutritional Value of *Pleurotus Sajor-Caju*. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 12, 58-62.
- CHO, K.Y., NAIR, G., BRUNIGES, P.A., and NEW, P.B. 1981. The Use of Cotton Seed Hulls for the Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* in Australia. *Mushroom Science XI Proseeding of the Eleventh International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi*, pp. 679-690, Australia.
- CLARK, J. P., 2009. Case Studies in Food Engineering, Food Engineering Series, 17 DOI 10.1007/978-1-4419-0420-1_3, C, Springer Science, Business Media, LLC.
- COHEN, R., PERSKY, L., and HADAR, Y., 2002. Biotechnological Applications and Potential of Wood-Degrading Mushrooms of the Genus *Pleurotus*. *Appl. Microbiol Biotechnol*, 58:582- 594.
- COHEN, R., PERSKY, L., and HADAR, Y., 2002. Biotechnological Applications and Potential of Wood-Degrading Mushrooms of the Genus *Pleurotus*. *Appl. Microbiol Biotechnol.*, 58:582- 594.

- COŞKUNER, Y., 1997. Mantar (*Agaricus bisporus*) Konservesi Üretiminde Çeşitli Ön İşlemlerin Bazı Element Miktarının Değişimi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Mersin Üniversitesi, Mersin, s. 1-78.
- COX, D.R., and REID, N., 2000, *The Theory of the Design of Experiments*, Chapman&Hall/CRC, New York, 323 p.
- CREMER, M.L., 1982. Sensory Quality and Energy us Efor Scrambled Eggs Nad Beef Patties Heated in Instituonal Microwave and Convection Ovens.*J.Food Sci.*, 47, 871.
- CRISAND, E.W., and SANDS, A., 1978. Nutritional value, In: *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms* (eds S.T., Chang, W.A., Hayes), Academic Press, New York, 172-189 and 727-793 pp.
- CROSS, G. A., ve FUNG, D. Y. C., 1982, The Effect Microwaves on Nutrient Value of Foods. *CRC Crit. Rew. Food Sci. Nutr.* April: 355-381.
- CRUZ, L. E., ALMA, I. P., MARTINEZ, A. E., SILVERA, G. S., REYES, A. M., SOTO, O. R., and CUTINO, M. 2001. Inoculación De Una Mezcla De Residuales Azucareros Con Una Cepa De *Pleurotus ostreatus*. <http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia/Junio2001>.
- ÇAĞLARIRMAK, N., 2007. The Nutrients of Exotic Mushrooms (*Lentinus edodes* and *Pleurotus* species) and An Estimated Approach to the Volatile Compounds, *Food Chemistry*, 105: 1188-1194.
- ÇAKATAY, U., ve KAYALI, U., 2006. “Serbest Radikal Biyokimyasının Tarihsel Süreçteki Gelişim”, *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 37: 162-167.
- ÇAM, M., 2009. Basınçlı Solvent Ekstraktörü Kullanılarak Nar Kabuğu ve Çekirdeğinin Antioksidan Bileşiklerin Su İle Ekstraksiyonu. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Doktora tezi, 245s.
- ÇAVDAR, C., SİFİL, A., ve ÇAMSARI, T., 1997. Reaktif oksijen partikülleri ve Antioksidan savunma Türk nefroloji ve transplantasyon dergisi, 3-4, 92-95.
- ÇELEN, S., 2004. Sabit Hava Akış Hızında Mantarın Kurutulmasına Hava Sıcaklığı Ve Malzeme Kalınlığının Etkisi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Tekirdağ, s.1-59.
- ÇETİN, K., BİRİCİK, G., ERDOĞAN, S. S., AKSU, Ş., ÖZELKÖK, S., ve SOYERGÜN., 2000. Değişik Teknolojik Uygulamaların Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) Derin Dondurulmaya Uygunluğu ve Depolama Sırasında Meydana Gelen Değişmeler Üzerine Etkileri. TAGEM Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü. YALOVA Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler. Yayın No:145.
- DA SILVA, P. F., and MOREIRA, R. G., 2008. Vacuum Frying of High-Quality Fruit and Vegetable-Based Snacks. *LWT e Food Science and Technology*, 41, 1758e1767.
- DABA, A. S., and EZORENYE, O. U., 2003. Anti-Cancer Effect of Polysaccharides Isolated From Higher Basidiomycetes Mushrooms. *African Journal of Biotechnology*, 2 (12): 672-678.
- DANA, D., and SAGUY, S.I., 2006. Review: Mechanism of Oil Uptake During Deep-Fat Frying and the Surfactant Effect-Theory and Myth. *Advances in Colloid and Interface Science*, 128–130: 267–272.

- DECAREAU, R. V., 1986. Microwave Food Processing Equipment Throughout the World. *Food Technology*, 40 (6): 99-105.
- DELMAS, J., and MAMOUN, M., 1990. Le Pleurote En Corne d'Abondance Un Champignon Aujourd'Hui Cultivable En France. Dossier Pleurote (Ed. J. M. Olivier). INRA, Bordeaux, 101-109.
- DELMAS, J., and MAMOUN. M., 1982. Influence De La Lumiere Sur La Fructification in Vitro De Pleurote En Corne d'Abondance Pleurotus Cornucopiae Fr. Ex. P., *Agronomie*, 2(4), 379-388.
- DELMAS, J., and MAMUON, M., 1983. Le Pleurote d'Abondance Un Chanpignon Aujord'hui Cultivable En France. P.H.M. *Revue Horticole*, 3, 39-46.
- DEMİR, A., 2003. Mantar. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü- Bakış*, Haziran, Sayı:3 Nüsha:14.
- DERİN, N., YARGICIOGUL, P., ASLAN, M., ELMAS, O., AGAR, A., and ALICIGUZEL, Y., 2006. The Effect of Sulfite And Chronic Restraint Stress on Brain Lipid Peroxidation and Anti-Oxidant Enzyme Activities. *Toxicol. Ind. Health* 22:233–240.
- DİDİN, M., 1999. Nevşehir-Niğde Yöresinde Yaygın Olarak Yetistirilen Bazı Patates Çesitlerinin Cipse İşlenmeye Uygunluklarının ve Depolamanın Cips Kalitesi Üzerinde Etkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- DİZLEK, H., 2010. Süne Zararına Uğramış Ekmeklik Buğdayların Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve İyileştirilmesi Olanakları Üzerine Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 273 s.
- DOĞAN, H., 2000. Çay Atıklarından Hazırlanan Değişik Yetiştirme Ortamları ve Bu Ortamlara Uygulanan Farklı Dezenfeksiyon Yöntemlerinin Pleurotus Sajor-Caju Mantarının Verim ve Kalitesine Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, (Yayınlanmamış).
- DUEIK, V., and BOUCHON, P., 2011. Development of Healthy Low-Fat Snacks: Understanding the Mechanisms of Quality Changes During Atmospheric and Vacuum Frying. *Food Reviews International*, 27 (4): 408-432.
- DUMAN, M., ÖZPOLAT, E., ve GÜL, M.R., 2012. Farklı Oranlarda Surimi Tozu Kullanılarak Üretilen Cipslerin Kimyasal Kompozisyonu ve Duyusal Kalitesinin Belirlenmesi. *Journal of FisheriesSciences.com*. 6(4): 282-286.
- DURKAN, N., 2006. Yukarı Büyük Menderes Havzasında Makrofunguslarda Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması. Doktora Tezi (yayınlanmamış), Isparta, <http://tez.sdu.edu.tr/tezler7TF01002.pdf>.
- EGER, G., EDEN, G., and WISSIG, E., 1976. Pleurotus ostreatus Breeding Potential of a New Cultivated Mushroom. *Theoretical and Applied Genetics*, 47, 155-163.
- ELGÜN, A., ve ERTUGAY, Z., 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718 Erzurum, 407 s.
- ELMASTAS, M.; ISILDAK, O., and TURKEKUL, I. and Temur, N., 2007. Determination of Antioxidant Activity and Compounds in Wild Edible Mushrooms., *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 337-345.
- ERBAY, B., ve E. KÜÇÜKÖNER, 2008. Mantarın Besin Değeri ve Tüketim Şekilleri. Türkiye 8.Yemeklik Mantar Kongresi Bildirisi, Kocaeli, 15-17 Ekim 2008, sayfa 181.

- EREN, İ., 2004. Patateslerin Osmotik Dehidrasyonunun “Response Surface” Metodu Kullanılarak Optimizasyonu, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 120 s.
- ERKEL, I., ve IŞIK, S.E., 1992. P. Ostreatus ve P. Florida Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verime Etkisi. In: Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi Bildirileri, 2-4 Kasım, Yalova, 121-126.
- ERKEL, İ., 1992. Dünya’da ve Türkiye’de Kültür Mantarcılığının Durumu. Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, 1: 1-8, Yalova.
- ERTAN, Ö. O., 1990. Pamuk Linteri ve Arpa Kırmasının Pleurotus Florida Fovose’nin Gelişim Devreleri ve Ürün Verimine Etkileri. Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 14, 413-420.
- ESCARPA, A., and GONZALEZ, M.C., 2001. An Overview of Analytical Chemistry of Phenolic Compounds in Foods, Critical Reviews in Analytical Chemistry, 31: 57-139.
- ETHERTON, P. M. K., HECKER, K. D., BONANOME, A., COVAL, S. M., BINKOSKI, A. E., HILPERT, K. F., GRİEL, A. E., and ETHERTON, T. D., 2002. Biactive Compounds İn Foods: Their Role in The Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. The American Journal of Medicine 113: 71-85.
- EUGENİO, C. P., and ANDERSON, N. A., 1968. The Genetics and Cultivation of Pleurotus ostreatus. Mycologia, Vol. 60, 627-634.
- EVARANUZ, Ö., ve ŞENGÜL, Ö., 1994. Mikrodalga Uygulamasının Gıda Sanayindeki Yeri. 2. Gıda Mühendisliği Kongresi, Gaziantep, 21-23 Eylül 1994, s.70. Gaziantep.
- EVRENUZ, Ö., 1988. Gıda Maddelerinin Kurutulması Sırasında Kuruma Kinetiğini Kontrol Eden Faktörler ve Kalite Üzerine Etkileri. GIDA 13 ,(1), 51-58.
- FANG, T. T., FOOTRAKUL, P., and LUH, B. S., 1971. Effect of Blanching, Chemical Treatment and Freezing Methods on Quality of Freeze-Dried Mushrooms. Journal of Food Science, 36(7), 1044–1048.
- FAO, 2011. http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp
- FAO/ WHO/ UNU, 1985. Energy and Protein Requirements. Report of A Joint FAO/ WHO/UNU Expert Consultation, Technical Report Series No:724 World Health Organization Geneva.
- FİLİPA, S, REİS, A. M., LİLLİAN, B, and ISABEL, C. F. R. F., 2012. Antioxidant Properties and Phenolic Profile of the Most Widely Appreciated Cultivated Mushrooms: A comparative study between in vivo and in vitro samples. Food and Chem. Toxicol. 50,1201–1207.
- FU, H., and SHIEH, D., 2002. Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Edible Mushrooms. Hournaal of Food Lipids, 9, p. 35-46.
- GAMBLE, M. H., 1987. Relationship Between Oil Uptake and Moisture Loss During Frying of Potato Slices from C.V. Record U.K. Tubers, Int. J. Food Sci. Technol., 22, 233–241.
- GIESE, J., 1992. Advances in Microwave Food Processing. Food Technology, 46:118-123.
- GINTEROVA, A., RABOVA, V., JANOTKOVA, O., LAZAROVA, A., SOUTOR, J., MUSİL, I., and POLACEK, I., 1987. Rape Straw as a Substrate for the Growing of Oyster Mushroom. Krmivarstvi-a- Sluzby (Czechoslovakia), 23 (2): 43-44.

- GONCU, A., ETGU, H., OZUGUR, G., UCAR, B., ve HAYTA, M., 2011. "The Effect of Baking Conditions on Quality Parameters of Wheat Chips". The International Food Congress "Novel Approaches in Food Industry". 26-29 May, Çesme, İzmir, Turkey.
- GONZALEZ and GARZON-MAYO, R. 1997. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on Sorghum Straw and Peanut Hulls. Horticultural Abstracts. 67 (9): 7873.
- GONZALEZ, B.T., and GOMEZ, A.J.M. 1994. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on Peanut Hull and Dry Corn Leaves. Biological Abstracts, 99 (8): 8775.
- GONZALEZ, B.T., DOMINGUEZ, R.M.S., and BAUTISTA B.S.A. 1993. Cultivation of the Edible Mushroom *Pleurotus ostreatus* var. *florida* on Coconut Fiber and Coffee Pulp. Revista Mexicana de Micologia, 9 (1): 13-18.
- GÖÇMEN, D., ve ŞAHİN, İ., 2000. Hazır Çorba Üretiminde Kuru Bezelye Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Gıda, 25 (2), 87 – 91.
- GÖKALP, H. Y., 1995. Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. II. Baskı. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ofset Tesisi, Erzurum, 268.
- GÖNCÜ, A., 2011. Farklı Tahıl Unları İlavesi ile Elde Edilen Fırınlanmış Buğday Cipsinin Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Yüksek Lisans tezi, 84s.
- GRIGELMO-MIGUEL, N., CARRERAS-BOLADERAS, E., and MARTIN-BELLOSO, O., 1999. Development of High- Dietary-Fibre Muffins. Eur Food Res Tech, 210; 123-128.
- GUNTE-CIMERMAN, N., 1999. Medicinal Value of Genus *Pleurotus* (Fr) P Karst (Agaricales, SI:Basidiomycetes). Inter J. Med. Mushr., 1:69-80.
- GÜCİN, F., 1994 . Makromantarlar, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Aralık, s. 74-79.
- GÜLER, A., ve AĞAOĞLU, S., 1995. Kayın Mantarının (*Pleurotus* spp.) Örtü Altı Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kalite Faktörlerine Etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Çukurova Üniversitesi, 3-6 Ekim, Adana.
- GÜLER, A., ve TOKUŞOĞLU, Ö., 2009. Yeni Gıda Ürünü Geliştirmede Stratejiler, Lisansüstü Seminer Notları, Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa.
- GÜLER, A., 2011. Siyah Üzüm Posası Katkılı Mısır Cipsi Eldesi: Yeni Üründe Kalite Özelliklerinin, Antioksidan Kapasitenin ve Bazı Kateşin Fenoliklerin İzlenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Yüksek Lisans tezi, 69s.
- GÜLER, M., 1988. Kayın Mantarı Yetiştiriciliği. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 669: 52 s, Ankara.
- GÜLER, M., 1991. *Pleurotus* spp. Kültür Mantarının Örtü Altında Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kaliteye Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 167 s. (Yayınlanmamış).
- GYURKO, P., 1972. Die Rolle der Belichtung Bei dem Auste Die Fruchtrnpilzed (*Agaricus bisporus*). Musch. Sci. 8, 461-469.
- HAFEZ, Y. S., MOHAMMED, A. I., PUNAMBERMA, A. P., GURBAX, S., and AHMED, S. H., 1989. Effects of Microwave Heating and Gamma Irradiation

- on Phytate and Phospholipid Contents of Soybean J. Food Sci. 54(4):958–962.
- HARDACRE, A.K., CLARK, S.M., RIVIERE, S., MONRO, J.A., and HAWKINS, A.J., 2006. Some Textural, Sensory and Nutritional Properties of Expanded Snack Food Wafers Made From Corn, Lentil and Other Ingredients. Journal of Texture Studies (37) 94-111.
<http://www.haberekspres.com.tr/cipsin-158-yillik-tarihi-h19334.html>, (Erişim tarihi: Mayıs 2014).
<http://www.pazarlamasyon.com/2013/04/turkiye-cips-pazarina-genel-bir-bakis>, (Erişim tarihi: Mart 2014).
- IQBAL, S.M., and ASGHAR, A.H., 1989. Studies on Growth *Pleurotus ostreatus* (Jacq.Ex. Fr) Kummer, on Different Substrate (Mixed Wild Grass, Wheat Bhoosa, Wheat Straw and Cotton Waste). Pakistan Journal of Industrial Research (Pakistan), 32(9) : 624-625.
- IWE, M. O., 2000. Effects of Extrusion Cooking on Some Functional Properties of Soy-Sweet potato Mixtures – A Response Surface Analysis. Plant Foods for Human Nutrition :169-184.
- İKİZ, F., PÜSKÜLCÜ, H., ve EREN, Ş., 2000. İstatistiğe Giriş, Fakülteler Kitabevi Barış Yayınları, İzmir, 459 s.
- İLBAY, M. E., ve ATMACA, M., 2004. Kültürü Yapılan Bazı Egzotik ve Tıbbi Mantarlar. Türkiye VII. Yemeklik Mantar Kongresi, Antalya, s. 101-138.
- İLBAY, M. E., 1995. Bitkisel Et: *Pleurotus* spp., Orman Mühendisliği, TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayın Organı, Ankara, s.12-13.
- İNANICI, M., 2013. <http://www.dunyagida.com.tr/haber.php?nid=759>.
- JABLONSKY, I., COPIKOVA, J., BLAFKOVA, P., MICKOVA, K., SYNITSYA, A., CERNA, J., and ERBAN, V., 2005. Isolation and Characterisation of β -Glucans from Fruit Bodies of *Pleurotus* Strains. http://www.worldmushroomsociety.com/research/r_show2.asp.
- JAIO, S.K., GUJRAL, G.S., BISARIA, R., and VASUDEVAN, P., 1988. Cultivation of *Pleurotus Sajor-Caju* on Aquatic Weeds. Aquatic Botany (Netherlands), 30 (3) : 245-251.
- JAYAKUMAR, T., THOMAS, P. A., and P. GERALDINE, 2009. In-Vitro Antioxidant Activities of an Ethanolic Extract of the Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10, p. 228–234.
- JIMÉNEZ, N., BOHUON, P., DORNIER, M., BONAZZI, C., PÉREZ, A. M., and VAILLANT, F., 2012. Effect of Water Activity on Anthocyanin Degradation and Browning Kinetics at High Temperatures. Food Research International, 47, 106e115.
- JOY DUBOST, N., BOXIN, O., and BEELMAN, R.B., 2007. Quantification of Polyphenols and Ergothioneine in Cultivated Mushrooms and Correlation to Total Antioxidant Capacity. Food Chemistry, 105 (2): 727- 735.
- JVANNY. E. W., RASHAD, M. M., and ABDU, H. M., 1995. Solid-state Fermentation of Agricultural Wastes into Food through *Pleurotus* Cultivation. Applied Biochemistry and Biotechnology, 50(1), 71-78.
- JWANNY, E. W., RASHAD, M. M., and ABDU H. M., 1995. Solid State Fermentation of Agricultural Wastes Into Food Through *Pleurotus* Cultivation. Applied Biochemistry and Biotechnology, 50: 71- 78.

- KABAN, G., 2007. Geleneksel Olarak Üretilen Sucuklardan Laktik Asit Bakterileri ile Katalaz Pozitif Kokların İzolasyonu-İdentifikasyonu, Üretimde Kullanılabilme İmkanları ve Uçucu Bileşikler Üzerine Etkileri. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 101s.
- KAHLON, S., and ARORA, M., 1987. Utilization of Waste Potato Peels to Produce Fungal Protein. *Journal of Research Punjab Agricultural University (India)*, 24 (2): 272-280.
- KALMIS, E., ve SARGIN, S., 2004. Cultivation of Two Pleurotus Species on Wheat Straw Substrates Containing Olive Mill Waste Water. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 53: 43 – 47.
- KARAKAYA, S., ve KAVAS, A., 1992. Et ve Patatesin Bazı Besin Öğeleri Üzerine Mikrodalga Pişirmenin Etkileri. Gıda Müh. Kongresi Tebliğ Notları 27 Nisan-1 Mayıs 1992. 391 s. İzmir.
- KASIMOĞLU, Z., 2014. Mikrodalga, Mikrodalga Destekli Sıcak Hava ve Yalnız Sıcak Hava Kullanılan Kavurma İşlemlerinin Keçiboynuzu Tozunun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 105s.
- KAVAK, D., 2010. Antioksidan Etkileşimleri: Polifenol-Protein Etkileşimleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (3), 2010(9-16).
- KAYACIER, A., and SINGH, R. K., 2003. Application of Effective Diffusivity Approach for the Moisture Content Prediction of Tortilla Chips During Baking, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 37 2004 275–281.
- KAYACIER, A. and SINGH, R. K., 2003a. Textural Properties of Baked tortilla Chips. *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie*, 36: 463–466.
- KAYACIER, A., SINGH, R. K. 2003b. Textural Properties of Baked Tortilla Chips. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie (Food Science and Technology)*, 36, 463–466.
- KAYACIER, A., YUKSEL, F., and KARAMAN, S., 2014. "Dynamic Mechanical Spectra of Selected Turkish Honeys Construction of Predictive Models for Complex Viscosity Using Two Different Nonlinear Modeling Techniques". *International Journal of Food Properties*, 2014, Vol.17, Pp.93–110.
- KAYACIER, A., YUKSEL, F., ve KARAMAN, S., 2014. Response Surface Methodology Study for Optimization of Effects of Fiber Level, Frying Temperature and Frying Time on Some Physicochemical, Textural and Sensory Properties of Wheat Chips Enriched with Apple Fiber. *Food and Bioprocess Technology*, 7 (1): 133-147.
- KAYACIER, A., YUKSEL, F., ve KARAMAN, S., 2014. Simplex lattice mixture design approach on physicochemical and sensory properties of wheat chips enriched with different legume flours: An optimization study based on sensory properties. *LWT - Food Science and Technology* 58: 639-648.
- KEÇEBAŞ, T., 2007. Farklı Haşlama Uygulamalar ile Saklamanın Kurutulmuş Brokolinin Renk ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkileri. Y. Lisans Tezi (yayınlanmamış), Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s. 1-76.
- KELY, B., SMITH, B., KING, L., FLOOD, V., and BAUMAN, A., 2007. Television Food Advertising to Children the Extent and Nature of Exposure, *Public Health Nutrition*: 10 (11): 1234–1240.

- KERR, W.L., WARD, C. D. W., MCWATTERS, K. H., and RESURRECCION, A.V. A., 2001. Milling and Particle Size of Cowpea Flour and Snack Chip Quality. *Food Research International*, 34: 39-45.
- KHAN, S. M., and CHAUDHARY, I. A., 1987. Some Studies on Oyster Mushroom (*Pleurotus* spp.) on the Waste Material of Corn Industry in Pakistan. In: *Mushroom Science XII (Part II) Proceedings of the Twelfth International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi*, Braunschweig, Germany.
- KILCAST, D., 2004. *Texture in Food: Solid Foods*. USA: CRC Press, pp. 478-480.
- KILIÇ, O., BAŞOĞLU, F., ve ÇOPUR, Ö. U., 1997. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi II. Uludağ Üni. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları:74, Bursa.
- KIRBAĞ, S., ve KORKMAZ, V., 2014. Değişik Tarımsal Atıkların Bazı Kültür Mantarı Türlerinin Besin Değerleri Üzerine Etkisi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, cilt:15, sayı:2, sayfa: 126-131.
- KIRTOK, Y., 2000. Genel Tarla Bitkileri, Çukurova Üniversitesi, Adana, 55–76 s.
- KİTA, A., 2007. The Effect of Oils and Frying Temperatures on the Texture and Fat Content of Potato Crisps, *Food Chem.*, 102, 1-5.
- KLIBANSKY, M. M., MANSUR, M., GUTIERREZ, I., and GONZALEZ, L. 1993. Production of *Pleurotus ostreatus* Mushrooms on Sugar Cane Agrowastes. *Acta Biotechnol.*, 13, 71-78.
- KOÇ, B., ve ERTEKİN, F. K., 2009. Yanıt Yüzey Yöntemi ve Gıda İşlemlerinde Uygulamaları. *Gıda*: 1-8.
- KOÇYİĞİT, A. E., ve GÜNAY, A., 1984. Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus*) Türünde Misel Geliştirme ve Primordium Oluşturma Dönemlerinde Uygulanan Farklı Sıcaklık ve Işık Düzeylerinin verim ve Kaliteye Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yayın No: BB.6, 17 s.
- KONOPACKA, D., PLOCHARSKİ, W., and BEVERIDGE, T., 2002. Water sorption and crispness of fat-free apple chips. *Journal Of Food Science*, 67: 87-92.
- KOPINSKI, L., 1988. Submerged Culture of the Mycelium of Cellar Mushrooms (*Agaricus bisporus*) and Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on Substrates Containing Food Industry Wastes. *Przemysl-Fermentacyjny-Iowocowo Warzywny (Poland)*, 32 (5-6): 21-24.
- KOTWALIWALE, N., BAKANE, P., and VERMA, A., 2007. Changes in Textural and Optical Properties of Oyster Mushroom During Hot Air Drying. *Journal of Food Engineering*, 78, p.1207-1211.
- KOZEMPEL, M. F., 1991. Correlation of Moisture and Oil Concentration in French Fries, *Lebensm.-Wiss., u.-Technol.*, 19, 346-348, 1991.
- KROKIDA, M. K., OREOPOULOU, V., MAROULIS, Z. B., and MARINOS-KOURIS, D., 2001. Deep Fat Frying of Patato Strips-quality Issues. *Drying Technology: An International Journal*, 19 (5): 879-935.
- KURT. Ş., 2008. Değişik Tarımsal Atıkların Kayın Mantarı (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor-saju*) Yetiştiriciliğinde Kullanım Olanakları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 212 S.

- KÜÇÜKOMUZLU, B., ve PEKŞEN, A., 2005. Yetiştirme Ortamı Ağırlıklarının Pleurotus Mantar Türlerinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Omü Zir. Fak.. Dergisi, 20 (3): 64-71.
- KÜÇÜKOMUZLU, B., 2003. Sterilizasyon ve Formaldehit Uygulamaları ile Torba Ağırlıklarının Örtü Altında Yetiştirilen Pleurotus Mantar Türlerinin Gelişme, Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 103 s.
- KYLEN, A. M, McGRATH, B. H., HALLMARK, E. L., and VAN DYNE, F. O., 1964. Microwave and Conventional Cooking of Meat. Thiamine Retention and Palatability. J. AM. Dietet Assoc., 45, 139 .
- LABORDE, J., CLAUZEL, P., CRABOS, O., and DELMAS, J., 1985. Practical Aspects of Pleurotus ostreatus spp. Cultivation Mushroom Information Part 1 2 (4), 16-25 and Part 2, 2 (5), 18-31.
- LANOS, E., 1993, Chemical Composition of Mushrooms, Alimentacion-Equipos-y-Tecnologia; 12 (4) 5359.
- LEISTNER, L., 1986. Shelf stable products and IMF based on meat In: Water activity: Theory and Applications to Food. L.B.Rockland ve L. B. Bouchat (Eds.) Marcel Dekker, Inc. New York, Basel s: 295-327.
- LELLEY, J., 1972. Neuer Speisepilz Für Anbauer Und Verbraucher Der Austernseitling. Der Champignon, 125, 14-15.
- LEONG, P.C., 1980. Utilisation of Cotton Waste Substrate with Temperature Treatment for the Cultivation of Oyster Mushroom in Singapore. Singapore Journal of Primary Industries, 8 (1): 21-27.
- LIDHOO, C. K., and AGRAWAY, C. L., 2008. Optimizing Temperature in Mushroom Drying. Journal of Food Processing and Preservation 32, 881–897p.
- Lİ, Y., GUO, C., YANG, J., WEİ, J., XU, J., and CHENG, S. 2006. Evaluation of Antioxidant Properties of Pomegranate Peel Extract in Comparison with Pomegranate Pulp Extract. Food Chemistry, 96, 254-260.
- LİN, M. Y., and YEN, C. L., 1999. Antioxidative Ability of Lactic Acid Bacteria. J. Agric. Food Chem. 47:1460-1466.
- LONG, J. T., and ALBEN, J. O., 1969. Preliminary Studies of Mushroom Tyrosinase (polyphenol oxidase). Mush. Sci. 5, 281–299.
- LOUGHTON, A., and RICHARD, F., 1974. Mercury in Mushrooms (Agaricus bisporus). Mushroom Science IX (Part 1), 347-355.
- LV, G., ZHANG, Z., PAN, H., and FAN, L., 2009. Antioxidant Properties of Different Solvents Extracts from Three Edible Mushrooms. ULAKBİM UASL - EGE UNIVERSİTESİ. Downloaded on February 2, 2010 at 03:06 from IEEE Xplore.
- MADAN, M., VASUDEVAN, P., and SHARMA, S., 1987. Cultivation of Pleurotus Sajor Caju on Different Wastes, Bio-Wastes 22, 241-250.
- MADEİRA, K., and PENFIELD, M. P., 1985. Turbot Fillet Sections Cooked by Microwave and Conventional Heating Methods: Objective and Sensory Evaluation. J Food Sci 50:172-173.
- MAMOUN, M., and DELMAS, J., 1984. Croissance Vegetative Et Initiation Fructifere in Vitro De Pleurotus Cornucopiae (Paul. Ex. Fr): Effects Des Ion Acetate Et Ammonium Compares A D' Autres Sources Carbonees Et Azotees. Agronomic, 4(9), 849-859.

- MANU-TAWIAH, W., and MARTIN, A.M., 1986. Cultivation Pleurotus ostreatus Mushroom in Peat. P.Sci. Agric., 37, 833-838.
- MAR, D., and JOSE, O. M., 2002. Food fortification to Reduce Vitamin A Deficiency: International Vitamin A Consultati and Group Recommendations. The Journal of Nutrition, 132, 2927-2933.
- MA-RENWEI, 1988. Waste Rice Straw-Scrapped that Can Be Utilized for Growing Pleurotus florida. Edible Fungi of China, No.1, p.33.
- MARTINEZ-FLORES, H. E., CRUZ, M. C., LARIOS, S. A., JIMENEZ, G. E., and FIGUEROA, J. D. C., 2005. Sensorial and Biological Evaluation of an Extruded Product Made From Corn Supplemented with Soybean and Safflower Pastes. International Journal of Food Science and Technology, 40, 517-524.
- MASSART, D.L., VANDENGĪSTE, B.G.M., BUYDENS, L.M.C., SONG, S.D., LEWĪ, P.J., and SMEYERS-VERBEKE, J., 1997. Handbook of Chemometrics and Qualimetrics (Part A), Elsevier, 886 p.
- MATIACEVĪCH, S., MERY, D., and PEDRESCHI, F., 2012. Prediction of Mechanical Properties of Corn and Tortilla Chips by Using Computer Vision. Food and Bioprocess Technology, 5 (5): 2025-2030.
- MATTILA, P., SALO-VÄÄNÄNEN, P., KONKO, K., ARO, H., and JALAVA, T., 2002. Basic Composition and Amino Acid Contents of Mushrooms Cultivated in Finland. J. Agric. Food Chem . 50, p.6419-6422.
- MCCARTHY, A. J., 2001. The Snack Industry: History, Domestic and Global Status. Snack Foods Processing, CRC Press, 29-35.
- MEHTA, U., and SWĪNBURN, B., 2001. A Review of Factors Affecting Fat Absorption in Hot Chips. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 41 (2): 133-154.
- MELLEMA, M., 2003. Mechanism and Reduction of Fat Uptake in Deep-Fat Fried Foods, Trends in Food Sci. Technol., 14, 364-373.
- MERAL, R., ve DOĞAN, İ. S., 2006. Buğdayda Bulunan Antioksidan Maddeler. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi, 7-8 Eylül 2006, Gaziantep.
- MERMELSTEĪN, N. H., 1989. Microwave Food Processing. Food Technology, 43:117.
- MILLER, N. J., and RĪCE-EVANS, C. A., 1997. Factors İnfluencing the Antioxidant Activity Determined by the ABTS+ Radical Cation Assay. Free Radical Research, 26, 195-199.
- MILSTEIN, O., VERED, V., SHARMA, A., GRESSEL, J., and FLOWERS, H.M., 1986. Heat and Microbial Treatments for Nutritional Upgrading of Wheat Straw. Biotechnology and Bioengineering, 28 (3): 381-386.
- MITSUMOTO, M., 2005. Addition of Tea Catechins and Vitamin C on Sensory Evaluation, Colour and Lipid Stability During Chilled Storage in Cooked or Raw Beef and Chicken Patties. Meat Science, 69: 773-779.
- MĪNARE, H., 1991. Çeşitli Ön İşlemlerin Mantar Konservesinin Kalitesine Etkisi, Gıda Dergisi, 16 (1) 21-27.
- MĪRANDA, L. M., and AGUĪLERA, M. J., 2006. Structure and Texture Properties of Fried Patato Products. Food Rewievs International, 22 (2): 173-201.
- MORAĪS MH., RAMOS AC., MATOS N., and SANTOS-OLĪVEĪRA EJ., 2000. Note: Production of Shiitake Mushroom (Lentinus edodes) on Lignocellulosic Residues, Food Science and Technology International, 6: 123-128

- MOREIRA, R. G., PALAU, J., and SUN, X., 1995. Deep - Fat Frying of Tortilla Chips: An Engineering Approach. *Food Technology*, 49 (4): 146-150.
- MULSANEY, S. J., and HSIEH, F. H., 1988. Process Control for Extrusion Processing, *Cereal Food World*, 33, 971.
- MYERS, R. H., and MONTGOMERY, D.C., 2002. *Response Surface Methodology. Process and Product Optimization Using Design Experiments.*, A Wiley Inter-Science Publication, 792 p.
- MYERS, R.H., and MONTGOMERY, D.C., 1995. *Response Surface Methodology*, John Wiley & Sons, New York, 701p.
- NATH, A., and CHATTOPADHYAY, P. K., 2007. Optimization of Oven Toasting for Improving Crispness and Other Quality Attributes of Ready to Eat Potato-Soy Snack Using Response Surface Methodology. *Journal of Food Engineering*, 80: 1282–1292.
- NOOR, A. A. A., and KOMATHI, C. A., 2009. Physicochemical and Functional Properties of Peeled and Unpeeled Pumpkin Flour. *J Food Sci* (7) S328–S333.
- OBA, Ş., 2012. Ekstraksiyon Koşulları Optimize Edilmiş Bazı Baharat Ekstraktlarının Köftenin Depolama Stabilitesi Üzerine Etkilerinin Cevap Yüzey Metodu Kullanılarak Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Yüksek lisans tezi, 111 s.
- OLIVIER, J. M., 1990. Les Besoins Des Pleurotus Cultives. *Bull, Fnsacc*, 45, 33-51.
- OLIVIER, J.M., 1994. Developments in The Cultivation of Specialty Mushroom With Emphasis on Pleurotus and Shiitake. *Mushroom Information*, 96, 5-19.
- OMARI, S.S., OKOMATA, M., KONNO, T., and YOSHIDA, E., 1976. Studies on the Utilization of Waste Paper, 1: On the Medium for Tamogitake (*Pleurotus cornucopiae*). *Bulletin of the Iwate University Forests (Japan)*, 7: 27-30.
- ONAT, T., EMERK, K., and SÖZMEN, E., 2006. İnsan Biyokimyası, 2. Baskı, Palme Yayıncılık, 2006.
- ORAMAN, Y., 2010. Fonksiyonel Gıdanın Yükselişi Sürüyor. <http://www.dunyagida.com.tr> (erişim tarihi 18.03.2011).
- ORTEGA CERILLA, M. E., 1998. Utilization of Agricultural By-Products as Substrates for Cultivation of Fungi of the Genus *Pleurotus*. *Horticultural Abstracts*, Vol. 68, No.3.
- OYETAYO, F. L., and AKINDAHUNSI, A. A., 2004. Nutrient Distribution in Wild and Cultivated Edible Mushroom, *Pleurotus sajor-caju*, *Food, Agriculture and Environment*, 2: 166-168.
- OZTOP, M. H., SAHIN, S., and SUMNU, G., 2007. Optimization of Microwave Frying of Potato Chips by Using Taguchi Technique. *Journal of Food Engineering*, 79: 83-91.
- ÖZAY, G., PALA, M., ve SAYGI, B. 1993. Bazı Gıdaların Su Aktivitesi Yönünden İncelenmesi. *GIDA* (6) 377-383. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*;44:19-55.
- ÖZÇELİK, B., 2005, Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlık: Yeni Ürün Tasarımları www.saglik.org.tr/upload/dosyalar/Fonksiyonel-gidalar-ve-saglik.pdf.
- ÖZER, E. A., 2007, Ekstrüzyon Yöntemi ile Besleyici Değeri Yüksek Çerez Tipi Fonksiyonel Bir Ürün Geliştirme, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZTÜRK, A., 2010. Bazı Yenilebilir Mantar Türlerinde Farklı Ön İşlem Ve Kurutma Yöntemlerinin Kalite Özellikleri ve Besin Öğeleri Üzerine Etkileri.

- Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Yüksek Lisans tezi, 114s.
- ÖZTÜRK, A., ve ÇOPUR, Ö. U., 2008. Mantar Bileşenlerinin Teröpatik Etkileri. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma. Bahçe Dergisi 37 (2): 11-17.Yalova.
- PALA, F. S., ve TABAKÇIOĞLU, K., 2007. Free radicals: our enemies or friends. *Advances in Molecular Biology*, 1: 63-69.
- PALACIOS, I., LOZANO, M., MORO, C., D'ARRIGO, M., ROSTAGNO, M. A., MARTINEZ, J. A., GARCIA-LAFUENTE, A., GUILLAMÓN, E., and VILLARES, A., 2011. Antioxidant Properties of Phenolic Compounds Occurring in Edible Mushrooms. *Food Chem* 128, 674-678.
- PATRABANSH, S., and MADAN, M., 1997. Studies on Cultivation, Biological Efficiency and Chemical Analysis of *Pleurotus Sajor-Caju* (Fr.) SINGER on Diffrenet Bio-wastes. *Acta Biotechnologica*, 17 (2): 107-122.
- PEDRESCHI, F., and MOYANO, P., 2005. Oil Uptake and Texture Development in Fried Potato Slices, *J. Food Eng.*, 70, 557-563.
- PEDRESCHI, F., MERRY, BUNGER, A., and YANEZ, V., 2011. Computer Vııon Classification of Potato Chips by Color. *Journal of Food Process Engineering*, 34:1714-1728.
- PEDRESCHİ, F., COCİO, C., MOYANO, P., and TRONCOSO, E., 2008. Oil distribution in potato slices during frying. *Journal of Food Engineering*, 87 (2): 200-212.
- PEKŞEN, A. B, KİBAR, G., ve YAKUPOĞLU, 2007. Yenilebilir Bazı *Lactirus* Türlerinin Morfolojik Özelliklerinin, Protein ve Mineral içeriklerinin Belirlenmesi. *O.M.Ü., Zir. Fak. Dergisi*, 22(3):301-305.
- PELVAN, E., 2009. Günümüzün ve Geleceğın Gıdaları Fonksiyonel Gıdalar, *Bilim ve Teknik Dergisi* 29.
- PENFIELD, K. MP., 1985. Turbot Fillet Sections Cooked by Microwave and Conventional Heating Methods: Objective and Sensory Evaluation. *J Food Sci* 50: 172-177.
- PEREZ-TİNOCO, R.M., PEREZ, A., SALGADO-CERVANTES, M., REYNES, M. and VAILLANT F., 2008. Effect of vacuum frying on main physicochemical and nutritional quality parameters of pineapple chips. *Journal of the Science of food and Agriculture*, 88: 945-953.
- PHILIPPOUSSIS, A., DIAMENAPOULOU, P., ZERVAKIS, G., and IOANNIDOU, S., 2000. Potential for the Cultivation of Exotic Mushroom Species by Exploitation of Mediterranean Agricultural Wastes. *Proceedings of the 15 th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi*, pp. 523-530, Netherlands.
- PHILIPPOUSSIS, A., DIAMENAPOULOU, P., ZERVAKIS, G., and IOANNIDOU, S., 2000. Potential for the Cultivation of Exotic Mushroom Species by Exploitation of Mediterranean Agricultural Wastes. *Proceedings of the 15 th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi*, Netherlands, p. 523-530.
- PİCHERT, H., 1977. Das Mikrowellengerat im Haushalt. *Theorie und Anwenduring. Hauswirtschaft und Wissenschaft*, 25(2), 83.
- POMPEI, R.M.G., DEMONTIS, M., SANJUST, F., RINALDI, A., and BALLERO, M., 1994. The use of Olive Milling Waste Water for the Culture of

- Mushroom on Perlite. International Symposium on New Cultivation Systems in Greenhouse, Cagliari (Italy), P. 179-185.
- POPPE, J., 2000. Use of Agricultural Waste Materials in the Cultivation of Mushrooms. Proceedings of the 15 th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, pp. 3-23, Netherlands.
- PRAKASH, A., 2001. Antioxidant Activity. Medallion Laboratories Analytical Progress, 19 (2).
- PRAKONGPAN, T., NITITHAMYONG, A. and LUANGPITUKSA, P., 2002. Extraction and Application of Dietary Fiber and Cellulose From Pineapple Cores. J Food Sci, 67; 1308-1313.
- PRUTHI, J. S., 1984. Improvement in Whiteness and Extension of Shelf Life of Fresh and Processed Mushrooms (*Agaricus bisporus* and *Volveriella volvacea*). Indian Food packer 38 (2) 55-63.
- QUINTERO-FUENTES, X., MCDONOUGH, C. M., ROONEY, L. W., and ALMEIDA-DOMÍNGUEZ, H., 1999. Functionality of Rice and Sorghum Flours in Baked Tortilla Chips and Corn Chips. Cereal Chemistry, 76, 705–710.
- RABABAH, T. M., AL-MAHASNEH, M. A., YANG, W. D., ESOH, R., ALHAMAD, M. N., and AL-U'DATT, M., 2012. Optimizing the Best Concentration of Additive Flavors to Corn Chips by Evaluating the Physicochemical and Sensory Properties. Journal of Food Processing and Preservation, 36 (3): 225-231.
- RAGUNATHAN, R., and SWAMINATHAN, K., 2003. Nutritional Status of *Pleurotus* spp. Grown on Various Agro-Wastes. Food Chemistry, 80; 371–375.
- RAGUNATHAN, R., GURUSAMY, R., PALANISWAMY, M., and SWAMINATHAN, K., 1996. Cultivation of *Pleurotus* spp. on Various Agro-residues. Food Chemistry, 55, 139-144.
- RAJAHAME S., ve SABATE, J., 2000. Health Benefits of a Vegetarian Diet. Nutrition 16 (7/8) 531-535.
- RAJARATHNAM, S., BANO, Z., and PATWARDHAN, M, V., 1986. Nutrition of the Mushroom *Pleurotus flabellatus* During its Growth on Paddy Straw Substrate. Journal of Horticultural Science, 61(2), 223-232.
- RAMA. V., and JOHN, P. J., 2000. Effects of Methods of Drying and Pretreatments on Quality of Dehydrated Mushroom. Indian Food Packer, 54(5), 59-64.
- RAMIREZ-ANGUIANO, A. C., S., SANTOYO, G., REGLERO, C., and SOLER-RIVAS, 2007. Radical Scavenging Activities, Endogenous Oxidative Enzymes and Total Phenols in Edible Mushrooms Commonly Consumed in Europe. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87:2272–2278.
- RANZANI, M. R., and STURION, G.L., 1998. Amino acid Composition Evaluation of *Pleurotus* spp. Cultivated in Banana Leaves, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 48: 339-348.
- RAYMOND, D. F., REDMAN, D., and WALTMAN, R., 1986. Forage Conservation and Feeding. Farming Press Ltd., Suffolk, U.K., p. 141-149.
- RISMAN, P. O., 1991. Terminology and Notation of Microwave Power and Electromagnetic Energy. J. Microwave Power and Electromagnetic Energy, 26: 243-250.

- RIZLEY, N. F., and SISTRUNK, W. A., 1970. Effects of Maturity, Soaking Treatment and Cooking Method on the Quality and Mineral Content of southern Peas. *J. Food Science*, Vol. 44, No. 1, 220-221.
- ROUDAUT, G., DACREMONT, C., and MESTE, M. L., 1998. Influence of Water on the Crispness of Cereal-Based Foods: Acoustic, Mechanical and Sensory Studies. *Journal of Texture Studies*, 29 (2): 199-213.
- ROUDAUT, G., DACREMONT, C., PA'MIES, B. V., COLAS, B., and MESTE, M. L., 2002. Crispness: A Critical Review on Sensory and Material Science Approaches. *Trends in Food Science & Technology*, 13: 217-227.
- ROYSE, D. J., 1992. Recycling Of Spent Shii-Take Substrate for Production of The Oyster Mushroom, *Pleurotus sajor-caju*. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 38, 179-182.
- SAGUY, I. S., 1998. Oil Uptake in Deep-fat Frying: review *Ocl-Oliagineus CorpsGrass Lipides*, 5, 30-35.
- SAĞUN, E., TESTERECİ, H., YÖRÜK, İ. H., ve EKİCİ, K., 1997. Konvansiyonel ve Mikrodalga ile Pişirmenin Van Balığı'nın (*Chalcalburnus tarichi*) D3 Vitamin Düzeyi Üzerine Etkisi. *Van Tıp Dergisi*, Cilt: 4, Sayı: 3.
- SAHIN, S., SUMNU, G., and OZTOP, M. H., 2007. Effect of Osmotic Pretreatment and Microwave Frying on Acrylamide Formation in Potato Strips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(15): 2830-2836.
- SAHLİN, E., SAVAGE, G.P., and LİSTER, C.E., 2004. Investigation of the Antioxidant Properties of Tomatoes After Processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 635-647.
- SALES-CAMPOS, C., ARAUJO, L. M., MİNTHONİ, M. T., and ANDRADE, M. C. N., 2010. Physiochemical Analysis and Centesimal Composition of *Pleurotus ostreatus* Mushroom Grown In Residues from the Amazon. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 31(2): 456-461.
- SÁNCHEZ, C., 2010. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and Other Edible Mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol*, 85:1321-1337.
- SANMEE, R., DELL, B., LUMYONG, P., IZUMORI, K., and LUMYONG, S., 2003. Nutritive Value of Popular Wild Edible Mushrooms From Northern Thailand *Food Chem.*84(4): 527-532.
- SARANGI, I., GHOSH, D., BHUTIA, S.K., MALLICK, S.K., and MAITI, T.K., 2006. Anti-tumor and Immunomodulating Effects of *Pleurotus ostreatus* Mycelia- Derived Proteoglycans. *International Immunopharmacology*, 6: 1287-1297.
- SARIKÜRKÇÜ, C., KARSLI, D. S., SOLAK, M. H., ve HARMANDAR, M., 2004. Muğla Yöresi Yenilebilir Mantar Ekstraktlarının Antioksidant Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Türkiye 8. Gıda Kongresi*, 26-28 Mayıs 2004, Bursa, s. 57.
- SENTHIL, A., RAVI, R., BHAT, K. K., and SEETHALAKSHMI, M. K., 2002. Studies on the Quality of Fried Snacks Based On Blends of Wheat Flour and Soya Flour. *Food Quality and Preference*, 13: 267-273.
- SETHI, V., 1991. Low Cost Technology for Preserving Mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Indian Food Packer*, 45 (6), 22-26.
- SHAH, Z.A., ASHRAF, M., and ISHTIAQ, M.C. 2004. Comparative Study on Cultivation and Yield Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Different Substrates (Wheat Straw, Leaves, Saw Dust). *Pakistan Journal of Nutrition*, 3 (3): 158-160.

- SHASHIREKHA, M.N., RAJATHNAM, S., and BANO, Z., 2005. Effects of Supplementing Rice Straw Growth Substrate With Cotton Seeds on the Analytical Characteristics of the Mushroom, *Pleurotus Florida* (Block & Tsao). *Food Chemistry*, 92: 255 – 259.
- SHIH, F., and DAIGLE, K., 1999. Oil Uptake Properties of Fried Batters From Rice Flour. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 47: 1611–1615.
- SILVA, S. O., COSTA, S. M. G., and CLEMENTE, E., 2002. Chemical Composition of *Pleurotus pulmonarius*(Fr.) Qué., Substrates and Residue after Cultivation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45 (4): 531-535.
- SINGH, R.P., MURTHY, K.N.C., and JAYAPRAKASHA, G.K., 2002, Studies on the Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica Granatum*) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:81-86.
- SINGLETON, V. L., and ROSSI, J. A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- SLATER, T. F., 1984. Overview of methods used for detecting lipid peroxidation, *Meth Enzymol*, 105, 283- 305.
- SRIVASTAVA, B., SING, K. P., and ZIMIK, W., 2009. Effects of Blanching Methods on Drying Kinetics of Oyster Mushroom. *International Journal of Food Engineering*, Vol. 5, Iss. 4, Art. 2.
- STAMETS, P., 1993. *Growing gourmet and medicinal mushrooms*. Berkeley, CA: Ten Speed Press, pp.259-276.
- STANCULESCU, B., 1986. Cultivation of Mushrooms *Pleurotus Florida* Using Supports Made of Wheat Straw and Pea Stalks. *Productia-Vegetala-Horticultura (Romania)*, 5:12-13.
- STANTON, W. J., ETZEL, M. J., and WALKER, B. J., 1994. *Fundamentals of Marketing*, 10 th ed. McGraw Hill, Inc, New York.
- STURION, G, I., and OETTERER, M., 1995. Composiçao Quimica de Cogumelos 41 Comestiveis (*Pleurotus spp.*) Originados de Cultivos em Diferentes Substratos. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 15(2), 189-193.
- SULAEMAN, A., KEELER, L., GIRAUD, W.D., TAYLOR, L.S., and DRISKELL, A.J., 2003. Changes in carotenoid, physicochemical and sensory values of deep-fried carrot chips during storage. *Internatioanl journal of food Science and Techonology*, 38: 603-613.
- SUOJANEN, A., RAULIO, S., and OVASKAINEN, M. L., 2006. Liberal Fortification of Foods: The Risks. A Study Relating to Finland. *Journal of Epidemiologic Community Health*, 56, 259-264.
- ŞEN, S., ve YALÇIN, M., 2010. Dünya ve Türkiye’de Kültür Mantarcılığı ve Geliştirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Samsun, 3: 1208-1216.
- ŞİMŞEK, M., 2010. Microwave Assisted Extraction of Phenolic Compounds From Tomato and Sour Cherry Pomaces. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 177s.
- TALBURT, W. F., and SMITH, O., 1986. *Potato Processing Fourth Edition*, Von Nostrand Rein Hold Company, New York.

- TAŞKIRDI, Y., 2011. Karabuğday ile Zenginleştirilmiş Buğday Cipslerinin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Yüksek lisans tezi, 115 s.
- THAİPONG, K., BOONPRAKOB, U., CROSBY, K., CİSNEROS-ZEVALLOS, L., and BYRNE, H. D., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC Assays for Estimating Antioxidant Activity from Guava Fruit Extracts. *J. Food Comp. Anal.* 19, 669-675.
- THAKUR, S., and SAXENA, D.C., 2000. Formulation of Extruded Snack Food (Gum Based Cereal-Pulse Blend) : Optimization of Ingredients Levels Using Response Surface Methodology. *Lebensm-Wiss. U. Technology*, 33: 354-361.
- THEBAUDIN, J.Y., LEFEBVRE, A. C., HARRINGTON, M., and BOURGEOIS, C.M., 1997. Dietary fibres: Nutritional and Technological Interest. *Trends in Food Science and Technology*, 8: 41-48.
- THORVALDSSON, K., and JANESTAD, H., 1999. A model for simultaneous heat, water, vapour diffusion. *Journal of Food Engineering*, 40, 167–172.
- TSE, 2001. TS 1728 ISO 1842 Meyve ve Sebze Mamülleri- pH Tayini, Ankara.
- TUDOR, I., 1997. Production of Mushroom Mycelium on Various Cereal Substitutes. *Horticulture Abstracts*, Vol.67, No.10, 8703.
- TÜİK, 2006. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri Verileri, Ankara.
- TYLER, G., 1980. Metals in Sporophores of Basidiomycetes, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 74 (1)41-4.
- UPADYAY, R. C., and SOHI, H. S., 1988. Apple Pomace a Good Substrate for the Cultivation of Edible Mushroom. *Current Science*, pp. 57 (21): 1189-1190, India.
- UPADYAY, R. C., and VIJAY, B., 1991. Cultivation of Pleurotus species During Winter in India. *Science and Cultivation of Edible Fungi*, pp. 533-536, Rotterdam.
- UZUN, Ö., 2002. Türkiye’de Değişik Firmalar Tarafından Üretilen Bazı Patates ve Mısır Cipslerinin Kimyasal, Fiziksel ve Duyusal Özellikler Yönünden Karşılaştırılması ve Standartlara Uygunluğunun incelenmesi, Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- VETTER, J., 2003. Chemical Composition of Fresh and Conserved Agaricus Bisporus Mushroom. *Eur Food Res Technol*, (2003) 217:10–12.
- WARD, C. D. W., RESURRECCION, A. V. A. and MCWATTERS, K. H., 1998. Comparison of Acceptance of Snack Chips Containing Cornmeal, Wheat Flour and Cowpea Meal by Us and West African Consumers. *Food Quality and Preference*, 9 (5): 327-332.
- WAYMAN, M., and PAREKH, S. R., 1990. *Biotechnology Conversion*. OpenUniversity Press, Milton Keynes.
- WORRALL, J.J., and YANG, C.S. 1993. Shiitake and Oyster Mushroom Production on Apple Pomace and Sawdust. *Horticulture Abstracts*, 63 (8): 5959.
- YAGCI, S., and GOGUS, F., 2008. Response Surface Methodology for Evaluation of Physical And Functional Properties of Extruded Snack Foods Developed from Food-By-Products. *Journal of Food Engineering* 86, 122–132.
- YALINKILIC, M. K., ALTUN, L., BAYSAL, E., ve DEMIRCI, Z., 1994. Development of Mushroom Cultivation Techniques in Eastern Black Sea

- Region of Turkey. Project of the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBİTAK), No TOAG- 875, 287 pp.
- YANG, J. H., LİN, H. C., and MAU, J.L., 2001. Non-Volatile Taste Components of Several Commercial Mushrooms, *Food Chemistry*, 72: 465-471.
- YANG, W., SOKHANSANJ, S., TANG, J., and WINTER, P., 2002. Determination of Thermal Conductivity, Specific Heat and Thermal Diffusivity of Borage Seeds. *Biosystems Engineering* 82 (2):169-176.
- YAVUZ, F., 2005. Türkiye’ de Tarım. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 252 s.
- YILDIZ, A., 1989. Ağaç Mantarı (*Pleurotus Florida*)’nın Gelişim Evreleri. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- YILDIZ, A., KARAKAPLAN, M., and AYDIN, F., 1997. Studies on *Pleurotus ostreatus* (Jacq.ex Fr.) Kum var. *salignus* (Pers. ex Fr.) Konr. Et Maubl.: Cultivation, Proximate Composition, Organic and Mineral Composition of Carpophores. *Food Chemistry*, 61 (1-2): 127-130.
- YILDIZ, A., ve SAYA, Ö., 1994. Demirin Farklı Konsantrasyonlarının *Pleurotus Florida Fovose*’nin Basidiokarplarının Oluşum ve Gelişim Evreleri İle Ürün Verim Miktarları Üzerine Etkileri, *Doğa Türk Biyoloji Dergisi*,18(3), 189-194.
- YONG, T.A., 1986. Utilisation of Oil Palm Pericarp Waste for the Cultivation of Abalone Mushroom (*Pleurotus cystidiosus*, strain T.O). *Singapore Journal of Primary Industries* (Singapore), 14 (1): 27-35.
- YOSHIKAWA, K., 1975. Utilization of Citrus Processing Wastes for Production of Edible Mushrooms, 1. Cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Food Science and Technology* (Japan), 22 (4): 179-181.
- YUKSEL, F., KARAMAN, S., and KAYACIER, A., 2014. Enrichment of Wheat Chips With Omega-3 Fatty Acid by Flaxseed Addition: Textural and Some Physicochemical Properties. *Food Chemistry*, 145: 910–917.
- YUKSEL, F., KARAMAN, S., and KAYACIER, A., 2015. Barley Flour Addition Decrease the Oil Uptake of Wheat Chips During Frying. *Quality Assurance and Safety of crops & Foods*, İn Press.
- YUYING, L., 1989. Experiments on Cultivation of *Pleurotus ostreatus* With Sugar Beet Residue as the Main Component. *Edible-Fungi* (China), 1: 24.
- YÜKSEL, F., 2014. Bayat Ekmeğin Kızartılmış Buğday ve Mısır Cipsinde Kullanımı. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Doktora tezi, 173s.
- YVONNE M.W., PHILIPS R. D., and HARGROVE, J. L., 2001. Protein Quality Evaluation of Cowpea-Based Extrusion Cooked Cereal / Legume Weaning Mixtures. *Nutrition Research*, 21, 849-857.
- ZADRAZIL, F., and DUBE, H.C., 1993. The Oyster Mushroom Importance and Prospects. *Horticulture Abstracts*, Vol.63, No.7, 5239.
- ZADRAZIL, F. and GRABBE, K., 1983. Edible Mushrooms. *Biotechnology* 3, 145-187.
- ZADRAZIL, F., and SCHNEIDERREIT, M., 1972. Die Grundlagen für die Inkulturnahme Einer Bischer Nicht Kultivierten *Pleurotus* Art., *Der Champignon*, 12, 25-32.

- ZADRAZIL, F., 1974. The Ecology and Industrial Production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus Florida*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus Eryngii*. *Mushroom Science*, 9, 621-652.
- ZADRAZIL, F., 1978. Cultivation of *Pleurotus* . In the *Biology and Cultivation of Edible Mushrooms* eds S. T. Chang and W. A Hayes. Academic Press, New York, pp. 521-558.
- ZEISSEL, S. H., 2000. Is There a Metabolic Basis for Dietary supplementation? *American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (Suppl), 507-607.
- ZIPRIN, Y.A., and CARLIN, A.G., 1976. Microwave and Convectional Cooking in Relation to Quality and Nutritive Value of Beef and Beef-Soy Loaves, *J. Food Sci.*, 41, 4.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nurcan DOĞAN

Uyruğu : T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul- 03.10.1984

Telefon : 0541-552 97 77

Faks :-

e-mail : nurcankarakas84@hotmail.com

EĞİTİM

Derece Adı, İlçe, İl Bitirme Yılı

Lise: 75. Yıl Cumhuriyet Lisesi, Beylikdüzü, İstanbul 2003

Üniversite : Harran Üniversitesi, Şanlıurfa 2004

Yüksek Lisans: Harran Üniversitesi, Şanlıurfa 2012

Doktora : Harran Üniversitesi, Şanlıurfa 2016

İŞ DENEYİMLERİ

- 2013-... T.C Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksek Okulu Gıda İşleme bölümü / Öğretim Görevlisi. Yozgat/Boğazlıyan
- 2010-2013 T.C. Siirt Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu Gıda Teknolojisi / Öğretim Görevlisi. Siirt..
- 2008-2010 Kahramanmaraş Devlet Hastanesi Catering Organizasyonu Projesi (Kahraman Catering) / Sorumlu Yönetici. Kahramanmaraş
- 2007 LA FOCA Combination of Meat and Chicken İns. Almeria / SPAIN
- 2007 İstanbul Büyükşehir Belediyesi Halk Ekmek Fabrikası Cebeci / İSTANBUL

UZMANLIK ALANI

Meyve-Sebze İşleme Teknolojisi

YABANCI DİLLER

İngilizce

İspanyolca

YAYINLAR ve PROJELER

- DOĞAN NURCAN, HEPSAĞ FATMA, DOĞAN CEMHAN, HAYOĞLU İBRAHİM, 2015. Medicinal and Aromatic Plants in Yozgat Flora and Their Usages, The 3rd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Sarayevo/ BOSNA HERSEK.
- DOĞAN CEMHAN, DOĞAN NURCAN, HEPSAĞ FATMA, HAYOĞLU İBRAHİM, 2015. Medicinal and Aromatic Plants in Kayseri Flora and Their Usages, The 3rd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Sarayevo/ BOSNA HERSEK.
- HAYOĞLU İBRAHİM, DOĞAN NURCAN, HEPSAĞ FATMA, DOĞAN CEMHAN, HEPSAĞ BÜLENT, 2015. Spices That Are Used as Ornamental Plants in Turkey. The 3rd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Sarayevo/ BOSNA HERSEK.
- DOĞAN. N., DOĞAN. C., BILGIN, S., HAYOĞLU, İ., 2015. Pleurotus Ostreatus’dan Mantar Tozu Üretimini Yanıt Yüzey Metodu Kullanılarak Optimizasyonu. Pamukkale Univ Muh Bilim Derg. 2015; 21(9): 433-437 | DOI: 10.5505/pajes.2015.82957.
- DOĞAN. N., DOĞAN. C., BILGIN, S., HAYOĞLU, İ., 2015. Pleurotus Ostreatus’dan Mantar Tozu Üretimini Yanıt Yüzey Metodu Kullanılarak Optimizasyonu, Pamukkale Gıda Sempozyumu III; “Kurutulmuş ve Yarı Kurutulmuş Gıdalar”, Sözlü Bildiri, 13-15 Mayıs 2015, sayfa:27, Denizli.
- DOĞAN, C., DOĞAN, N., BILGIN, S., HEPSAĞ, F., HAYOĞLU, İ., 2015. Pleurotus ostreatus’un Mantar Tozuna İşlenmesinde Farklı Sıcaklık Ve Süre Uygulamalarının Su Aktivitesi Üzerine Etkisi, Pamukkale Gıda Sempozyumu III; “Kurutulmuş ve Yarı Kurutulmuş Gıdalar”, Poster Bildiri, 13-15 Mayıs 2015, sayfa:226, Denizli.
- DOĞAN. N., DOĞAN. C., TÜRKOĞLU, H., HAYOĞLU, İ., 2014. Propolis and Possibilities of Using in Food Products, 4. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi eş zamanlı olarak 20. Apislavia Kongresi, 5-9 kasım 2014, sayfa:56-57, Muğla.
- DOĞAN. N., DOĞAN. C., TÜRKOĞLU, H., HAYOĞLU, İ., 2014. Effect of Various Bee Products in Apiterapik Applications, 4. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi eş zamanlı olarak 20. Apislavia Kongresi, 5-9 kasım 2014, sayfa:349-350, Muğla.
- DOĞAN. C., DOĞAN. N., TÜRKOĞLU, H., HAYOĞLU, İ., 2014. Antimicrobial Activity of Propolis Collected from Pervari, 4. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi eş zamanlı olarak 20. Apislavia Kongresi, 5-9 kasım 2014, sayfa:351-352, Muğla.

- DOĞAN. N., DOĞAN. C., HAYOĞLU, İ., 2014. Farklı Sıcaklık ve Süre Uygulamalarının *Pleurotus ostreatus* (İstiridye Mantarı)'un Bazı Özelliklerine Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 2014; ; Cilt 18, Sayı 4.
- DOĞAN. C., DOĞAN. N., ÇELİK. Ş., 2014. Farklı Solventlerle Ekstrakte Edilen Ceviz Dış Kabuklarının Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 2014; Cilt 18, Sayı 3.
- CANKURT, H., SAĞDIÇ, O., YETİM, H., DOĞAN. C., DOĞAN. N., 2014. Tadı Eski Kendisi Yeni Bir Ürün: Şalgam Ketçabı, 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan 2014, Adana
- DOĞAN. N., DOĞAN. C., CANKURT, H., HAYOĞLU, İ., 2014. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Günlük yaşamda Alkali Beslenme, 17-19 Nisan 2014, Adana.
- DOĞAN. N., DOĞAN. C., HAYIT, F., CANKURT, H., HAYOĞLU, İ., 2014. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Geçmişten Günümüze Karbonat Kullanımı, 17-19 Nisan 2014, Adana.
- DOĞAN. C., DOĞAN. N., CANKURT, H., HAYIT, F., 2014. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Geleneksel Türk Mutfağında Toprak Kullanımı ve Yozgat Testi Kebabı, 17-19 Nisan 2014, Adana.
- HAYIT, F., DOĞAN. N., DOĞAN. C., 2014. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Akseki Mutfağında Ekşitarana, 17-19 Nisan 2014, Adana.
- 2014 HÜBAK “İstiridye Mantarından Cips ve Gevrek Üretiminin Optimizasyonu” (DOKTORA Proje. Proje Büt. 15.000 tl.)
- 2013 KOSGEB Projesi Ar-Ge İnovasyon Desteği “Multifonksiyonel Sucuk ve Köfte” (Proje Büt. 203.000 TL)
- HAYOĞLU, I., DOĞAN, N., DOĞAN, C. 2013. Some Properties of Traditional Turkish Fermented Turnip Beverage (Bınardık). The 2nd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus” 24-26 October 2013 Struga (Ohrid Lake) / Macedonia. Bildiri Kitabı S: 405. TFP:2143
- DOĞAN. C., DOĞAN. N., ÇELİK, Ş., 2013. Siirt fıstığı (*pistacia vera*) dış kabuğunun antimikrobiyal özelliğinin belirlenmesi, 4. Gıda Güvenliği Kongresi 14-15 Mayıs 2013, Harbiye Askeri Müzesi /İstanbul.
- DOĞAN. N., DOĞAN. C., TÜRKÖĞLU, H., 2013. Some Microbiological Properties of Siirt Herby Cheese, 4. Gıda Güvenliği Kongresi, 14-15 Mayıs 2013 Harbiye Askeri Müzesi /İstanbul.
- 2012 Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi “ Propolis ve Kullanım Alanları” *J.Agric. Fac. HR.U.*, 2012, 16(3): 39-48.
- DOĞAN. N., DOĞAN. C., 2012. Türkiye’de Süt Sektörü, Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu 15-16 Kasım 2012 Sayfa:156-157 Acıpayam, Denizli.
- DOĞAN. C., DOĞAN. N., 2012. Farklı Oranlarda Sirmo (*Allium Ursinum*) İlavesinin Yoğurdun Antioksidan Kapasitesine Etkisi, Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu 15-16 Kasım 2012 Sayfa: 155 Acıpayam, Denizli.
- DOĞAN. N., DOĞAN. C., 2012. Siirt İlinde Ekonomik Önem Taşıyan Gıdaların Belirlenmesi, Türkiye 11. Gıda Kongresi 10-12 Ekim 2012 Sayfa: 366, Hatay.

- DOĞAN Nurcan, HAYOĞLU İbrahim, 2012. Siirt Piyasasında Farklı İşleme Metotlarıyla Satışa Sunulan Menengiç (*Pistacia Terebinthus*)'in Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi, Türkiye 11. Gıda Kongresi, 10-12 Ekim 2012 sayfa:371 Hatay
 - DOĞAN Nurcan, HAYOĞLU İbrahim, TÜRKOĞLU Hüseyin, 2012. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu “Siirt Yöresine Özgü Bir Lezzet: Perde Pilavı” 10-12 Mayıs 2012- Konya.
 - DOĞAN Nurcan, HAYOĞLU İbrahim, TÜRKOĞLU Hüseyin, 2012. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu “Geleneksel Pekmez Tatlılarından Şironi ve Şilik” 10-12 Mayıs 2012- Konya.
- 2012 SIÜBAP Kaşar Peynirinde Termofilik ve Mezofilik Starter Kültürlerin Kullanımı (Bireysel Proje. Proje Büt. 13000 tl.)
- 2011 Siirt Üniversitesi MYO Organik Tarım Bölümü Kültür Mantarı (*Agaricus Bisporus*) Üretimi (Kapasite: 800 kg / 45 gün)
- 2011 Siirt Üniversitesi MYO Organik Tarım Bölümü Yaprak Mantarı (*Pleurotus*) Üretimi (Kapasite: 200 kg / 30 gün)
- 2010 AB Yaşam Boyu Öğrenme Projesi (Çölyak Hastaları için tıbbi Ekmek Yapımının Öğrenilmesi.) Phonix İns. Viyana, AVUSTURYA

EKLER

EK 1. Kızartılmış istiridye mantarı cipsine ait optimizasyon sonuçları

Optimizasyon
sonuçları

No	Sıcaklık (°C)	Süre (sn)	MTO (%)	EC ₅₀ (görnek/gDPPH)	TFMM (mgGAE/100görnek)	Genel Beğeni	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	TKMM (%)	aw	L*	a*	b*	Sertlik (kg)	Arzu edirlilik
1*	180	130,3	40	238,73	90,44	4,58	(%)	(%)	(%)	99,58	0,10	39,78	8,46	11,33	23,68	0,729
2	179,96	131,42	40	239,21	90,34	4,59	3,21	15,84	17,05	99,58	0,10	39,77	8,46	11,33	23,63	0,729
3	179,95	132,19	40	239,61	90,25	4,59	3,21	15,84	17,06	99,59	0,10	39,76	8,46	11,33	23,59	0,729
4	179,92	129,35	40	238,01	90,59	4,58	3,20	15,81	17,01	99,57	0,10	39,81	8,46	11,34	23,71	0,729
5	179,45	131,75	40	237,93	90,60	4,59	3,20	15,80	17,07	99,57	0,10	39,88	8,46	11,40	23,59	0,729
6	178,85	132,11	40	236,38	90,91	4,58	3,20	15,76	17,09	99,55	0,10	40,02	8,46	11,49	23,55	0,728
7	178,61	126,91	40	233,14	91,61	4,55	3,19	15,69	17,01	99,51	0,10	40,15	8,45	11,54	23,76	0,727
8	180	112,46	40	232,86	91,87	4,49	3,17	15,67	16,79	99,50	0,10	40,06	8,42	11,37	24,40	0,725
9	180	150,25	40	253,40	87,57	4,69	3,24	16,04	17,47	99,68	0,10	39,58	8,43	11,24	22,77	0,724
10	176,18	152,41	40	244,00	89,47	4,68	3,22	15,81	17,67	99,55	0,10	40,43	8,41	11,71	22,56	0,722
11	171,79	140,98	40	221,79	93,79	4,52	3,17	15,43	17,57	99,33	0,11	41,56	8,41	12,16	23,13	0,714
12	171,12	170,26	40	249,14	88,67	4,74	3,22	15,80	18,49	99,45	0,10	41,48	8,27	12,00	21,75	0,706
13	167,32	156,18	40	221,75	93,74	4,53	3,17	15,44	18,24	99,24	0,11	42,45	8,30	12,26	22,66	0,702

*Depolama için seçilen optimizasyon normunu göstermektedir.

EK 2. Fırınlanmış istiridye mantarı cipsine ait optimizasyon sonuçları

Optimizasyon Sonuçları

No	Sıcaklık (°C)	Süre (sn)	MTO (%)	EC50 (görnek/gDPPH)	TFMM (mgGAE/100görnek)	Toplam Begeni	Kül (%)	Protein (%)	TKMM (%)	aw	L*	a*	b*	Sertlik (kg)	Arzu edirlilik
1*	165,91	360	40	189,81	117,59	4,58	2,57	18,18	97,84	0,29	54,77	4,33	18,98	30,35	0,819
2	165,8	360	40	189,30	117,66	4,58	2,57	18,18	97,84	0,29	54,81	4,32	18,96	30,37	0,819
3	166,44	360	40	192,28	117,27	4,60	2,58	18,18	97,85	0,28	54,56	4,36	19,09	30,29	0,819
4	165,3	360	40	186,97	117,94	4,57	2,57	18,17	97,84	0,29	55,01	4,30	18,86	30,43	0,819
5	167,09	360	40	195,32	116,86	4,61	2,59	18,18	97,86	0,27	54,30	4,40	19,22	30,21	0,819
6	165,72	359,47	40	190,13	117,79	4,58	2,57	18,19	97,84	0,29	54,87	4,31	18,92	30,45	0,818
7	168,91	360	40	203,92	115,61	4,64	2,62	18,14	97,89	0,25	53,56	4,51	19,61	30,00	0,816
8	165,88	358,49	40	193,04	117,87	4,58	2,57	18,20	97,83	0,29	54,86	4,31	18,90	30,56	0,816
9	160,16	360	40	163,58	120,23	4,41	2,56	17,97	97,90	0,33	56,91	4,07	17,99	31,23	0,809
10	172,49	360	40	221,17	112,71	4,67	2,70	17,97	98,01	0,21	52,03	4,77	20,46	29,67	0,806
11	168,43	353,69	40	215,00	117,06	4,61	2,58	18,25	97,82	0,29	54,12	4,40	19,21	30,87	0,805
12	159,01	360	40	158,51	120,57	4,36	2,57	17,88	97,93	0,34	57,31	4,04	17,82	31,44	0,805
13	169,9	349,02	40	230,86	116,75	4,62	2,58	18,27	97,81	0,30	53,80	4,45	19,34	31,27	0,794

*Depolama için seçilen optimizasyon normunu göstermektedir.

EK 3. Mikrodalga fırın ile pişirilmiş istiridye mantarı cipsine ait optimizasyon sonuçları

Optimizasyon Sonuçları

	Güç (watt)	Süre (sn)	MTO (%)	EC ₅₀ (görnek/GDPPH)	TFMM (mgGAE/100görnek)	Genel Beğeni	Kül (%)	Protein (%)	TKMM (%)	aw	L*	a*	b*	Sertlik (kg)	Arzu Edilirlik
1*	816,95	100	40	117,33	147,41	4,19	3,30	19,56	98,54	0,08	55,91	8,21	23,93	24,31	0,801
2	814,82	99,9	40	117,56	147,14	4,19	3,30	19,55	98,54	0,08	55,94	8,20	23,93	24,33	0,801
3	827,05	100	40	118,11	148,38	4,17	3,31	19,57	98,55	0,08	55,81	8,25	23,94	24,23	0,801
4	823,29	99,87	40	117,00	147,97	4,18	3,30	19,56	98,54	0,08	55,85	8,23	23,93	24,26	0,801
5	831,56	99,73	40	116,20	148,65	4,16	3,31	19,56	98,55	0,08	55,78	8,26	23,94	24,19	0,800
6	846,43	100	40	112,30	149,89	4,13	3,31	19,57	98,56	0,08	55,63	8,32	23,93	24,07	0,798
7	816,87	100	39,66	120,15	144,73	4,21	3,29	19,49	98,51	0,08	56,26	8,11	23,70	24,12	0,798
8	782,08	100	40	121,41	143,01	4,20	3,28	19,48	98,51	0,08	56,27	8,04	23,87	24,63	0,797
9	823,49	96,54	40	115,74	146,38	4,14	3,30	19,44	98,48	0,09	55,98	8,10	23,91	24,23	0,793
10	822,22	95,99	40	117,33	145,99	4,14	3,30	19,42	98,47	0,09	56,01	8,07	23,91	24,24	0,791
11	775,18	98,16	40	117,33	141,15	4,18	3,28	19,40	98,47	0,09	56,41	7,93	23,84	24,68	0,790
12	760,52	100	40	126,96	139,50	4,18	3,27	19,40	98,48	0,09	56,51	7,92	23,80	24,84	0,788
13	818,65	92,4	40	125,59	143,84	4,10	3,29	19,29	98,40	0,10	56,18	7,90	23,87	24,23	0,779
14	809,61	86,27	40,00	127,25	139,69	4,04	3,28	19,04	98,28	0,12	56,50	7,59	23,81	24,21	0,756
15	823,93	84,4	40	126,58	139,94	4,00	3,28	18,98	98,25	0,13	56,44	7,56	23,81	24,06	0,746
16	781,19	82,55	40	127,84	134,31	4,00	3,26	18,82	98,19	0,14	56,94	7,29	23,69	24,39	0,734
17	711,44	100	38,87	130,75	121,65	4,15	3,18	18,87	98,30	0,15	58,19	7,28	22,77	24,73	0,727

*Depolama için seçilen optimizasyon normunu göstermektedir.

