



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MOR BUĞDAY UNUNDAN DERİN YAĞDA KIZARTILMIŞ ALTERNATİF
CİPS ÜRETİM OLANAĞININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şemsettin KAYA

HAZİRAN 2021
GÜMÜŞHANE

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MOR BUĞDAY UNUNDAN DERİN YAĞDA KIZARTILMIŞ ALTERNATİF
CİPS ÜRETİM OLANAĞININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şemsettin KAYA

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
“Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı”
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25/05/2021

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 15/06/2021

HAZİRAN 2021

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum “**Mor Buğday Unundan Derin Yağda Kızartılmış Alternatif Cips Üretim Olanığının Araştırılması**” isimli yüksek lisans tez çalışmada; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 25/05/2021

Şemsettin KAYA

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MOR BUĞDAY UNUNDAN DERİN YAĞDA KIZARTILMIŞ ALTERNATİF
CİPS ÜRETİM OLANAĞININ ARAŞTIRILMASI**

Şemsettin KAYA

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ferhat YÜKSEL

2021, 112 sayfa

Bu çalışma, yüksek besin değerlerine sahip olan mor buğday unundan (MBU) derin yağda kızartılmış alternatif cips üretim olanağını araştırmak için yapılmıştır. Bu kapsamda mor buğday unu ve ekmeklik buğday unundan, yanıt yüzey metodunun Box-Bhenken deneme tasarımı kullanılarak hazırlanmış 15 deneme noktalı çalışma ile cips üretim imkânları araştırılmıştır. Çalışmada mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak, tüm formülasyonlara tuz (1 g/100g) ve 50±5 mL su ilave edilmiştir. Kızartma sıcaklığı (170-180 ve 190 °C) ve süresi (40-50 ve 60 saniye) ayrı birer faktör olarak seçilmiştir. Elde edilen cips ürünleri fizikokimyasal, besinsel, biyoaktif ve duyuşsal yönden karakterize edilmiş ve üretim şartları optimize edilmiştir.

Cips örneklerinin kuru madde içeriklerinin 96.94 ile 99.81 g/100g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Kızartma sıcaklığının örneklerin kuru madde içeriklerini anlamlı

oranda arttırdığı belirlenirken, MBU ve kızartma süresinin de aynı şekilde artış sağladığı gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Formülasyondaki MBU miktarı arttıkça son ürünlerdeki kül miktarının da aynı şekilde arttığı tespit edilmiştir. Cips ürünlerinin kül içerikleri 1.00 ile 2.08 g/100g arasında değişkenlik göstermiştir. Örneklerin yağ içerikleri 40.73 ile 29.48 g/100g arasında değiştiği ve formülasyondaki MBU miktarı arttıkça son ürünlerdeki yağ içeriğinin önemli seviyede azaldığı (~% 23) belirlenmiştir ($p<0.05$). Cipslerin protein oranları MBU ilavesiyle anlamlı bir artış göstermiştir ($p<0.05$). Örneklerdeki protein içeriklerinin 5.29 ile 9.39 g/100g arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek enstrümental sertlik değerinin 39.61 kg ve en düşük değerin ise 17.20 kg olduğu belirlenmiştir. MBU'nun formülasyondaki miktarı arttıkça son ürünlerdeki örneklerin sertlik değerlerinde artış yaptığı tespit edilmiştir. Cipslerin renk değerlerinin üretimdeki MBU miktarının artması ile anlamlı şekilde değişim gösterdiği bulunmuştur ($p<0.01$ ve $p<0.05$). İlave edilen miktar arttıkça a^* değerlerinin arttığı, L^* ve b^* değerinin ise azaldığı görülmüştür. Örneklerle ait enzime dirençli nişasta (EDN) sonuçları 0.51 ile 0.80 g/100g arasında değişmiş ve formülasyondaki MBU'nun artması ile cips örneklerindeki EDN miktarlarında kısmen artış gözlemlenmiştir. Ayrıca mor buğday ununun formülasyondaki artışı ile örneklerin dirençli olmayan nişasta (DON) ve toplam nişasta (TN) içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir. Cipslerin akrilamid içeriklerinde formülasyondaki MBU seviyesi arttıkça azalma görülmüştür. Örneklerin biyoaktif analizleri ile birlikte formülasyondaki MBU miktarı arttıkça TFK, TFIC, TAK, DPPH, ABTS içeriklerinde anlamlı bir artış belirlenirken ($p<0.01$ ve $p<0.05$), FRAP değerlerinde ise anlamlı bir artış tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Buna göre örneklerle ait TFK, TFIC, TAK, DPPH, ABTS, FRAP içerikleri sırasıyla şu şekildedir; 331.72 ile 797.24 mg GA/kg, 103.78 ile 235.79 mgQE/kg, 987.0 ile 1225.13 mgAA/kg, 101.57 ile 262.88 mgAA/kg, 59.25 ile 387.24 mgAA/kg ve 446.20 ile 800.53 mgFeSO₄/kg. Duyusal analiz sonuçlarına göre üretimdeki MBU miktarı arttıkça panelistler tarafından kabul gören cips ürünleri elde edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan optimizasyon analizine göre arzu edilen (istenirlik: 0.73) üretim şartları şu şekildedir; 92.72 g/100g MBU, 170 °C ve 40 s. Bu sonuçlara göre MBU'nun yüksek oranda derin yağda kızartılmış cips ürünlerinde rahatlıkla kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Cips, Mor Buğday Unu, Derin Yağda Kızartma, Biyoaktif, Optimizasyon.

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF PRODUCING ALTERNATIVE CHIPS IN DEEP FRIED FROM PURPLE WHEAT FLOUR

Şemsettin KAYA

Gümüşhane University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ferhat YÜKSEL

2021, 112 pages

This study was conducted to investigate the possibility of producing alternative deep-fried chips from purple wheat flour (PWF) which has high nutritional values. In this context, chips production possibilities were investigated with a 15-trial point study prepared by using the Box-Bhenken model of the response surface method from purple wheat flour and bread wheat flour. In the study, salt (1 g / 100 g) and 50 ± 5 mL water were added to all formulations in addition to using purple wheat flour and wheat flour. Frying temperature (170-180 and 190 °C) and time (40-50 and 60 seconds) were selected as processing factors. The chips products were characterized in terms of their physicochemical, nutritional, bioactive and, sensory properties and the production conditions were optimized.

It was determined that the dry matter content of the chips samples ranged from 96.94 to 99.81 g / 100 g. While it was determined that the frying temperature increased the dry matter contents of the samples significantly, it was observed that the PWF and frying time increased in the same way. It was determined that as the PWF amount in the formulation increased, the amount of ash in the final product increased in the same way too. The ash content of the chips products varied between 1.00 and 2.08 g / 100g. It was determined that the sample's oil contents varied between 40.73 and 29.48 g/100g, and as the amount of PWF in the formulation increased, the oil content in the final product decreased considerably (~ 23%). The protein ratio of chips increased dramatically with the addition of PWF. Protein contents in the samples were determined to vary between 5.29 and 9.39 g / 100g. It was determined that the highest instrumental hardness value was 39.61 kg, and the lowest value was 17.20 kg. It has been determined that as the PWF amount in formulation increases the hardness values of the samples in the final product increase. It has been found that the color values of the chips change importantly with the increase in the amount of PWF in the production. It was seen that as the added amount increased, a * values increased, L * and b * values decreased. Resistant starch results of the samples ranged from 0.51 to 0.80 g / 100g and partial increase was observed in the amount of resistant starch in the chips samples with the increase of PWF in the formulation. Also, it was determined that the non- resistant starch and total starch contents of the samples decreased with the increase of purple wheat flour in the formulation. It was seen that the acrylamide content of the chips decreased as the PWF level in the formulation increased. While the amount of PWF in the formulation increased with the bioactive analysis of the samples, a significant increase was determined in the contents of TFK, TFIK, TAK, DPPH, ABTS, no significant increase was observed in FRAP values. According to this, the TFK, TFIK, TAK, DPPH, ABTS, FRAP contents of the samples are as follows; 331.72 with 797.24 mg GA/kg, 103.78 with 235.79 mgQE/kg, 987.0 with 1225.13 mgAA/kg, 101.57 with 262.88 mgAA/kg, 59.25 with 387.24 mgAA/kg and 446.20 with 800.53 mgFeSO₄/kg. According to the results of the sensory analysis, it was determined that as the amount of PWF in the production increased, chips products gained a higher overall preference by the panelists. Furthermore, according to the optimization analysis, the desired production conditions (desirability: 0.73) are as follows; 92.72 g/100g PWF, 170 °C and 40 s. According to these results, it has been seen that PWF can be used easily in highly deep-fried chips products.

Keywords: Chips, Purple Wheat Flour, Deep Frying, Bioactive, Optimization.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Tez konumun belirlenmesinde, planlanıp ve sürdürülmesinde katkılarını ve desteğini esirgemeyen sayın danışman hocam Doç. Dr. Ferhat YÜKSEL'e; laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen başta Doç. Dr. Cemalettin BALTACI ve Arş. Gör. Arda AKDOĞAN olmak üzere tüm hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarım boyunca desteklerini sürekli hissettiğim arkadaşlarım Yunus Emre KAMIŞ ve Miraç OĞUZ'a; gerek eğitim hayatım gerek özel yaşantımda bana daima ışık tutan ve yardımcı olan değerli dostum Ramazan SARIDAĞ'a teşekkürlerimi sunarım. Eğitim ve öğretim hayatım boyunca yanımda olan, sevgilerini ve desteklerini her zaman hissettiğim bana daima inanan ve güvenen aileme teşekkür ederim.

Şemsettin KAYA
Gümüşhane, 2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET IV

ABSTRACT VI

TEŞEKKÜR IX

İÇİNDEKİLER..... X

ŞEKİLLER DİZİNİ XIII

TABLolar DİZİNİ..... XIV

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....XV

1. GENEL BİLGİLER 1

1.1. Giriş..... 1

1.2. Buğdayın Tarihsel Gelişimi 2

1.3. Dünya Üzerinde Buğdayın Yolculuğu 4

1.4. Günümüz Şartlarında ve Gelecek Dönemlerde Buğday..... 5

1.5. Buğday Tipleri..... 6

1.5.1. Tahıl'ın Kimyasal Yapısı 8

1.5.2. Tahılların Kullanım Sıklığı ve Beslenme Alışkanlıklarımız 9

1.5.3. Tahılların Beslenme Üzerinde Yararları 9

1.6. Önemli Bazı Tahıl Ürünleri..... 10

1.7. Mor Buğday..... 13

1.7.1. Mor Buğdayın Botanik Açıdan Değerlendirilmesi..... 15

1.7.2. Mor Buğdayın Tarihi ve Kimyasal Özellikleri..... 16

1.7.3. Mor Buğdayın Verim ve Kalite Özellikleri..... 18

1.7.4. Mor Buğday Tanelerinin Un ve Hamur Üzerine Etkileri 20

1.7.5. Mor Buğdayın Makarna Üretimi Üzerine Etkileri	22
1.8. Cips.....	23
1.9. Cips Ürünlerinde Yağ.....	26
1.10. Cipslerin Derin Yağda Kızartma İle Üretim Tekniği	29
1.11. Cips Ürünlerinde Akrilamid	29
1.12. Yanıt Yüzey Yöntemi.....	31
1.12.1. Box-Behnken Deneme Düzeni	34
1.13. Çalışmanın Amacı	35
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	43
2.1 Materyal ve yöntem.....	43
2.1.1 Yanıt yüzey yöntemi deneme tasarımının oluşturulması	43
2.2. Genel bileşim analizleri	45
2.2.1 Kuru madde tayini	45
2.2.2. Kül analizi	45
2.2.3. Su aktivitesi	45
2.2.4. Yağ analizi.....	46
2.2.5. Protein analizi	46
2.2.6. Tekstür analizi	46
2.2.7. Renk (L*,a*,b*) analizi	47
2.2.8. Enzime Dirençli Nişasta analizi	47
2.2.9. Akrilamid analizi	47
2.4. Biyoaktif analizler	49
2.4.1. Toplam Fenolik Madde Analizi.....	49
2.4.2. Toplam Antioksidan Analizi	50
2.4.3. DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi	51
2.4.4. Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi.....	52
2.4.5. Toplam Flavonoid Madde İçeriği Tayini	53

2.4.6.	ABTS ^{•+} Radikal Katyonu Süpürücü Etki Analizi	54
2.5.	Cips Örneklerin Duyusal Tayini.....	54
3.	BULGULAR ve TARTIŞMA	56
4.	SONUÇ ve ÖNERİLER	96
5.	KAYNAKLAR	99
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Buğdayın kökeni	2
Şekil 1.2. Akrilamidin kimyasal yapısı	30
Şekil 2. 1. Üretilen cipslerin görünüşleri	44
Şekil 2.2. Akrilamid analizi için hazırlanan kalibrasyon eğrisi.....	48
Şekil 2.3. Cips örneklerin toplam fenolik madde analizi için kalibrasyon eğrisi.....	49
Şekil 2.4. Cips örnekleri için oluşturulan toplam antioksidan analizi kalibrasyon eğrisi .	50
Şekil 2.5. Cips örnekleri için oluşturulan DPPH kalibrasyon eğrisi	51
Şekil 2.6. Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi kalibrasyon eğrisi	52
Şekil 2.7. Cips örnekleri için oluşturulan toplam flavonoid analizi kalibrasyon eğrisi.....	53
Şekil 2.8. ABTS●+ % inhibisyon grafiği	54
Şekil 3.1. Cips örneklerine ait bazı fiziko-kimyasal özelliklerin üç boyutlu gösterimi	59
Şekil 3.2. Cips örneklerine ait bazı renk (L*,a*,b*) özelliklerin üç boyutlu gösterimi	63
Şekil 3.3. Cips örneklerine ait bazı besinsel özelliklerin üç boyutlu gösterimi.....	66
Şekil 3.4. Cips örneklerine ait bazı biyoaktif özelliklerin kontur gösterimi.....	71
Şekil 3.5. Cips örneklerine ait duyu özelliklerin üç boyutlu gösterimi.....	76
Şekil 3.6. Cips üretimi istenirlik seviyesindeki değişim	78
Şekil 3.7. İstenirliği en yüksek cips örneği için optimizasyon veri rampaları.....	78

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Dünya genelinde buğday üreten ülkeler (%)	6
Tablo 1.2. Türkiye buğday verileri (bin ton)	6
Tablo 1.3. Dünyada yetiştirilen buğdayların türleri ve diğer özellikleri ..	8
Tablo 1.4. Mor buğdayın kimyasal bileşimi.....	17
Tablo 1.5. Üç faktörlü Box-Behnken deneme düzeni	34
Tablo 2.1. Cips üretimi için yanıt yüzey yöntemi kullanılarak hazırlanan çalışma dizayn.	43
Tablo 3.1. Cips örneklerine ait bazı fiziko-kimyasal özellikler.....	57
Tablo 3.2. Proses değişkenlerinin cips örneklerine ait bazı fiziko-kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları	57
Tablo 3.3. Sonuçlara ait model eşitliği ve determinasyon katsayıları	61
Tablo 3.4. Cips örneklerine ait renk analiz sonuçları	62
Tablo 3.5. Proses değişkenlerinin Cips örneklerine ait renk (L^* , a^* , b^*) özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları °C	62
Tablo 3.6. Cips örneklerine ait bazı besinsel analiz sonuçları	64
Tablo 3.7. Proses değişkenlerinin Cips örneklerine ait bazı besinsel özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları	65
Tablo 3.8. Cips örneklerine ait bazı biyoaktif analiz sonuçları	67
Tablo 3.9. Proses değişkenlerinin cips örneklerine ait bazı biyoaktif özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları	68
Tablo 3.10. Cips örneklerine ait duyu analizi sonuçları.....	73
Tablo 3.11. Proses değişkenlerinin Cips örneklerine ait duyu özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları	74
Tablo 3.12. Optimizasyon sonucunda elde edilen üretim metotları	77

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat
Dk	: Dakika
DN	: Dirençli Nişasta
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
DON	: Dirençli olmayan nişasta
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
EDN	: Enzime Dirençli Nişasta
FAO	: Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
FRAP	: Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç Yönetimi
G	: Gram
GI	: Glisemik İndeksi
HI	: Hidroliz İndeksi
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography
Kcal	: Kilo kalori
Kg	: Kilogram
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
MBU	: Mor Buğday Unu
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
Mg	: Miligram
mL	: Mililitre
ng	: Nanogram
pH	: Hidrojenin gücü
ppb	: parts per billion/ milyarda bir
PWF	: Purple wheat flour
rpm	: Revolutions per Minute
TAK	: Toplam Antioksidan Konsantrasyon
TDK	: Türk Dil Kurumu
TDL	: Toplam diyet lif
TFK	: Toplam Fenolik Konsantrasyon
TF1K	: Toplam Flavanoid Konsantrasyon
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TN	: Toplam nişasta
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
µL	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
nm	: Nanometre
%	: Yüzde

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde çoğu insanın beslenmesindeki en temel kaynaklardan birisi buğdaydır. Günlük hayatta buğday, Avrupa'dan Orta Asya'ya hatta Uzak Doğu ülkelerine kadar birçok coğrafyada insanların vazgeçilmez bir besin kaynağı durumuna gelmiştir. Ülkemiz açısından buğdayın önemi daha da farklılık göstererek bir gıda kaynağı olmanın ötesinde ileri bolluğun, bereketin, geleneklerin bir parçası olarak benimsenmektedir. Ülkemizin güneyinden de geçen sınırlara sahip Bereketli Hilal adı verilen topraklarda geçmişte mütemekkin hayata geçişin ve tarımsal faaliyetlerin başlaması, buğdayın da tarımsal alandaki başlangıcı sayılabilir (Akkor, 2016). Söz konusu coğrafyada, sulama hatları inşa eden, batı uygarlığının başlangıcı sayılan yeryüzünün ilk uygarlığı Sümerler ve Hititler'in (MÖ 4000-2000 Irak'ın güneyi) temel kaynaklarının başında arpa ve buğday gelmektedir,

Bu medeniyetlerin yazılı eserlerinde sıkça unlu mamuller, çörek, kek gibi fırıncılık ürünlerinin adlarından bahsedilmektedir. Ayrıca bazı dinsel inançlara göre tapınma veya kurban etme gibi durumlarda ekmek Tanrılara takdim edildiği bildirilmektedir (Karauguz, 2006; Akkor, 2016). Yine bu dönemde oldukça geniş ve fazla sayıda kısımdan oluşan, zemini taşlarla döşenmiş, üzeri dolgun toprak ile kaplanmış hububat ambarları inşa edilmiştir (Brandau ve Schickert, 2004).

Bereketli Hilal olarak isimlendirilen coğrafyada çoğu bitki arasından birinci olarak ehlileştirilen nebatlar siyez, gernik, arpa ve nohut gibi çeşitlerdir (Zohary ve Hopf, 2000). Söz konusu eski çağda insanların ekmek veya diğer farklı besinlerden ziyade ilk tercihlerinin genellikle arpa olduğu, bunun sebebinin de arpa tanelerinin buğday tanelerinden daha büyük ve çift sıralı olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Fakat ilerleyen süreçlerde buğday, ekmek yapımında daha yaygın kullanılmış, besinlerin hammaddesi haline gelmiştir. Bunun temel sebeplerinden ilki buğdayın toprak seçiciliğinin az olması ve çok yüksek rakımlarda bile yetişebiliyor olması olarak gösterilmektedir (Diamond, 1997).

Kültür olarak yetiştirilen ilk buğday türleri kırılğan bir yapıda ve başağında kabuk (kavuz) bulunduran bir şekildeydi (Zohary ve Hopf, 2000). Buğday, geçmişten günümüze gelene kadar bazı aşamalardan geçmiştir ve bu aşamalar Şekil 1’de gösterilmiştir. Günlük hayatta hekzaploid ekmeklik buğdayın, *Triticum aestivum* L. (2n=42, AABBDD) ve tetraploid makarnalık buğdayın, *Triticum durum* Desf. (2n=28, AABB) yaygın olarak üretildiği belirtilmiştir. A genomunun *Triticum urartu* Thumanjan ex Gandilyan’dan geldiği, B genomunun ise *Aegilops speltoides* Tausch’tan geldiği, D genomunun, *Aegilops tauschii* Coss’dan geldiği kabul edilmektedir. Gıda endüstrisinde ekmek yapımında *Triticum aestivum* L. buğday türü kullanılmaktadır. Makarnalık buğday üretiminde ise *Triticum durum* tercih edilir. Söz konusu iki buğday türünün azot ile etkileşimleri ve randımanları oldukça yüksektir. Bulunduğu ortama uyum sağlayan bir yapıya sahip olduğu için olumsuz iklim şartlarına karşı güçlüdür (Özberk vd., 2016). Buğdayın evcilleşme süreci incelenecek olunursa; yapılan bazı genetik ve morfolojik çalışmalara göre *Triticum monococcum* ve *Triticum urartu*’nun birbirinden ayrılması sonucu tetraploid AABB ve AAGG genom yapısındaki *Triticum turgidum* ve *Triticum timopheevii* buğday çeşitlerinin ortaya çıktığı bildirilmiştir. Yabani diploid buğday (*Triticum urartu*, 2n=14, AA) ve yabani çim (*Aegilops speltoides*, 2n=14, BB) yaklaşık 300 bin yıl öncesinde birbirleriyle doğal yolla melezlenmiş ve kromozomları katlanarak ‘Gernik’ (*Triticum dicoccoides*, 2n=28, AABB) buğday türünün oluştuğu belirtilmiştir. Kültüre alınan ilk buğday formlarının diploid, (2n=14, AA genomuna sahip ‘Einkorn’) ve (2n=28, AABB genomuna sahip ‘Gernik’) olduğu belirtilmiştir. Gernik ve Einkorn buğday türlerinin dünyadaki buğday tarımının ilerlemesi ve sürdürülebilmesi için önemli rol aldığı belirtilmiştir. Gernik ve Einkorn buğday türlerinin birbirleriyle olan genetik etkileşimleri incelendiğinde, bu buğday çeşitlerinin gen merkezlerinin Türkiye’nin güneyinde (Diyarbakır-Karacadağ) olduğu bildirilmiştir (Atak, 2017). Tarihsel açıdan buğdayı incelediğimizde belirli basamak noktaları ve mekanizmaları söz konusudur. Öncelikle buğday tanelerini serpen, tohumlarını döken aşamalı, düzgün olmayan çimlenmeye sahipti. Bu karakteristik hususlar buğday için olumsuzluk ifade etse de canlılığını sürekli hale getirip sürdürmesi tabiattaki olumlu yanıdır. Belirli bir süre geçtikten sonra mutasyona uğrayıp tanelerini serpmeyen, güçlü bir gövde yapısıyla sistemli çimlenen bir yapıya kavuşmuştur (Zohary, 1969). Ekmek yapımında kullanılan buğdayı (*Triticum aestivum* L.) incelediğimizde büyük taneli ve randımanının yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun doğada kendiliğinden mutasyon aracılığıyla mı, yoksa beşeri insan faktörü kullanılarak mı yapıldığı hakkında oldukça

farklı yorumlar olmasına rağmen, genel kanaat bu durumun tabiattaki döngüden oluştuğu yönündedir (Akar vd., 2016; Lillywhite ve Sarrouy, 2014).

Buğday için önem arz eden bir diğer durum ise Yeşil Devrim (1940 senelerinin ortaları) adı verilen gübre, azot ve tarım ilaçlarının fazla kullanıldığı tarımsal faaliyetler bütünüdür. Üst gübre ile sağlam duran, olumsuz yönleri bulunan buğdayların iyileştirilmesi ve azotun verimli kullanılmasıyla tarımsal üretim ciddi anlamda yükselmiştir (Atalık, 2007). Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de bu durum etkisini göstermiştir. Ülkemize yurt dışından (Meksika) ithal edilen buğdaylar getirilmiştir ve asıl kökeni ülkemiz olan bu buğday çeşitleri farklı bir yapıya bürünmüş halde tekrar Anadolu coğrafyasına giriş yapmıştır (Özberk vd., 2016).

1.3. Dünya Üzerinde Buğdayın Yolculuğu

Buğday insanlar tarafından ehlileştirildikten sonra Asya’nın Batısı, Avrupa’nın bir kısmı hatta Afrika kıtasına kadar yayılım göstermiştir (Zohary ve Hopf, 2000). Avrupa ülkelerine baktığımızda çağımızda en fazla buğday üretimine sahip olan ülkeleri görmekteyiz (Diamond, 1997). Çin ülke bazında bu Avrupa ülkelerinden oldukça sonraları buğday üretimine başlamıştır, bunun nedeninin pirincin bölgede daha çok rağbet görmesidir. Ancak ilerleyen süreç içerisinde buğday üretimi ilerlemiştir, M.Ö. 2600-1600 senelerine ait buğday izlerine rastlanmıştır (Flad vd., 2010). Şimdi bu durum göz önüne alındığında buğday üretiminin fazla olduğu ülkeler sıralamasının başında gelmektedir. Diğer bir ülke olan Amerika Birleşik Devletleri’nde buğdayın gelişini izlediğimizde 1600’lü senelerin başlarında ekim faaliyetlerine başlamış ve daha sonra çevre bölgelerine intişar etmiştir. Aslen Almanya kökenli olan ve Kırım’da ikamet eden insanların Amerika’ya taşınırken yanlarında Türkiye coğrafyasına ait buğday türlerini de götürdükleri bilinmektedir (Özberk vd., 2016). Bir okyanus ülkesi olan Avustralya’da, buğdayı ülkeye getiren Avrupa kökenli muhacirler ile tanınmasına rağmen ilk ekimde başarılı sonuçlar alınamamıştır. Yapılan bazı araştırmalar ile buğday üzerinde olumsuz etki yapan etkenler düzeltilmiş ve 1800’lü yılların ortalarında üretimi artmış ve tarımda oldukça önem kazanmıştır. Doğu Asya Bölgesinde bulunan Japonya’da buğday yeterli ilgiyi görememiş ve ciddi bir üretim söz konusu olmamıştır. Fakat buğday tanelerinin melezleşmesi ve olumlu özellik kazanmasında doğrudan payı olmuştur. Buğday dünya üzerinde birçok araştırmacı ve bilim adamı tarafından geliştirilmiş, olumlu yönleri sürekli incelenmiş bir

tahıldır. Rus asıllı araştırmacılar Türkiye’den binlerce çeşidi gözlemlemişlerdir. Hakkari’den aldıkları buğday örneği ‘HORANEK’in kendi ülkelerindeki buğday türlerinin çoğundan ileri kalitede olduğunu gözlemlemişlerdir (Qualset vd., 1996). Ülkemizde yapılan ciddi ve milli araştırmalar öncelikle bilim adamı Mirza Gökğöl aracılığıyla başlamış, on binlerce buğday türü incelenmiş, bunların iyileştirme çabaları Eskişehir’de gerçekleştirilmiştir (Atay, 2006).

1.4. Günümüz Şartlarında ve Gelecek Dönemlerde Buğday

Ülkemizde ana yiyecek kaynağının başında ekmek ve türevleri gelmektedir. Buna bağlı olarak ülkemizde günlük enerji gereksinimleri göz önüne alındığında, bunun %40 oranında hububat türevleri olduğu görülmektedir (Pekcan vd., 2006). Yeryüzünde insanoğlunun tüketim alışkanlıkları incelendiğinde günlük enerji ihtiyacının yaklaşık %50’si hububat grubundan karşılanırken gelecekte bu oranın %40’ın altına düşeceği tahmin edilmektedir (Kruse, 2010; Nelson vd., 2010). Yapılan bir araştırmada ileri düzeydeki ülkelerin vatandaşları senelik 160 kg tahıl ile beslenirken, gelişmekte olan ülke vatandaşları için bu veriler 150 kg olarak saptanmıştır (Alexandratos ve Bruinsma, 2012). Dünya genelinde ise bu veriler yaklaşık 173 kg’ı işaret etmektedir. Tahıl grubundan buğday ile beslenme Amerika’da 85-100 kg arası, İtalya’ya baktığımızda 148 kg, ülkemize baktığımızda ise 200-230 kg civarında seyretmektedir (TÜİK, 2016). Yapılan araştırmalar bundan 50 yıl sonra bile buğdayın önemini yitirmeyeceğine işaret etmektedir (Alexandratos ve Bruinsma, 2012). Tablo 1.1’de bazı ülkelerin buğday üretim verileri belirtilmiştir. 2020/21 yıllarından itibaren dünya üzerinde buğday ekim alanının % 55’lik kısmını AB, Çin, Hindistan, ABD ve Rusya oluşturmaktadır. Güncel üretim sezonunda buğday ekim alanlarının %2,6 oranında artış göstererek, 223 milyon hektar olacağı öngörülmektedir. Dünya buğday üretiminde ise 2020/21 yılındaki artış %5,3 yükselerek, 316 milyon ton olacağı öngörülmektedir. Tablo 1.2’ de ise ülkemizde üretilen buğday miktarları ve istatistik verileri görülmektedir (TOB,2021).

Tablo 1.1. Dünya genelinde buğday üreten ülkeler (%) (TOB, 2021).

Ülkeler	2018 2019	2019 2020	2020 2021
AB	18.7	20.3	17.7
Çin	18.0	17.5	17.8
Hindistan	13.7	13.6	14.0
ABD	7.0	6.8	6.5
Rusya	9.8	9.6	10.2

Tablo 1.2. Türkiye buğday verileri (bin ton) (TOB, 2021).

	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	Değişim(%)
Alan (1000 da)	79.1	78.6	76.7	76.6	72.9	-4.8
Verim (Kg/da)	240	281	266	274	271	-1.1
Üretim	19.0	22.6	20.6	21.5	20.0	-7.0
Tüketim	20.1	18.7	18.7	18.1	18.8	3.4
İthalat	4.5	4.1	4.5	6.1	6.4	5.9
İhracat	4.3	5.9	7.4	7.4	7.8	5.1
Stok Değişimi	-744	-2.1	750	-1.3	-2.1	-274.7

Dünya üzerinde açlık sorununu ve yiyecek azlığını minimal seviyeye indirmenin başlıca yolu üretime önem vermektir. Garipsenen konu ise asıl bu sıkıntıları çeken insanların tarımla ilgilenen insanlar olmasıdır (Pingali, 2012).

1.5. Buğday Tipleri

Buğday dünya üzerinde birçok coğrafyada yetişebilmektedir. Bunun en belirgin özelliği toprak seçiciliğinin az olması, yüksek rakımlarda tutun da dünyanın en soğuk yerinden en sıcak yerine kadar büyüebilmesi olarak gösterilmektedir (Nusaybin TB, 2016). Genel anlamda buğdayın türlerini iktisadi ve ticari açıdan 3 ana başlık altında inceleyebiliriz.

1- *Triticum aestivum*

2- *Triticum durum*

3- *Triticum compactum*

Bu türlerin taşıdıkları nitelikler her birini farklı kılar ve kullanım alanları değişiklik gösterir. Burada renk, sağlamlık, yumuşaklık ve içerdiği protein oranı karakteristik özellik olarak kabul edilir. *Triticum aestivum* ekmek yapımında kullanılan buğday olarak, *Triticum durum* makarnalık buğday olarak ve *Triticum compactum* ise bisküvilik buğday olarak nitelendirilir (Nusaybin TB, 2016).

Triticum aestivum buğday çeşitleri, sert ya da yumuşak bir endosperm yapıya sahip olabilmektedir. Sert endosperm yapıda olanlar genellikle maya ile kabartma işlemine tabi tutulan poğaça, simit, ekmek vb. gıdaların üretiminde kullanıldığı belirtilmiştir. Diğer yandan yumuşak bir endosperm yapısına sahip olanlar, kimyasal yollarla kabartma işlemi uygulanan ürünlerden gofret, bisküvi, kek vb. gıdaların üretim aşamalarında kullanılmaktadır. Dünyanın hemen hemen tüm milletlerinde ve ülkemizde üretimi kısıtlı olan *Triticum compactum* türündeki buğdaylar, bisküvi yapımında en çok tercih edilen buğday türüdür. Fakat *Triticum compactum* türünün yetiştiriciliği az olduğu için, bisküvi üretimi yapılırken yumuşak ekmeklik buğdayların protein oranı düşük ve kalitesi düşük olanlar tercih edilir. Dünya üzerinde yetiştirilen buğdayların büyük çoğunluğunu (%90) *Triticum aestivum* türü, geriye kalan %10'luk kısmını ise *Triticum durum* buğdaylarının oluşturduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde, *Triticum aestivum* türü buğdaylar, ülkemizde yetiştirilen toplam buğday üretiminin %90'lık kısmını oluştururken; *Triticum durum* buğdayları ise %10'luk kısmı kapsamaktadır. Yeryüzünde üretilen bütün buğdayların yaklaşık %1'lik kısmı da *Triticum compactum* türünü oluşturmaktadır. Makarnalık buğday türleri tetraploid ($2n=4x=28$, AABB) kalite nitelikleri ve kullanıldığı alanlar açısından hekzaploid ($2n=6x=42$, AABBDD) ekmeklik buğdaylardan bambaşka bir konumda değerlendirilmektedir. Bunun nedeni ise durum buğday çeşitlerinin diğer buğday çeşitlerine göre makarnalık kalite kriterlerinin oldukça fazla olmasıdır. Durum buğday türlerinin sert yapıda endosperm yapısı, yüksek camsılık düzeyi, sarı renk pigmentlerinin fazlalığı, üründe kararmaya yol açan oksidatif enzim çeşitlerinin (özellikle lipoksijenaz) oldukça az düzeyde olması *Triticum durum* buğdayları açısından makarnalık kalite düzeyini arttıran nitelikler olarak belirtilmiştir (Yuksel vd., 2011).

Günümüzde, dünya üzerinde yetiştirilen buğdayların yaklaşık %90'ı hekzaploid ekmeklik ($2n=42$), %10'u ise tetraploid ($2n=28$) buğdaylardan oluştuğu belirtilmektedir (Shewry, 2009). Dünya üzerinde yetiştirilen buğday çeşitleri ve bunlara ait diğer nitelikler

Tablo 1.3’ de belirtilmiştir. Türkiye’de ise yetiştirilen buğday çeşitlerinin %85 oranında ekmeklik, %15 oranında ise makarnalık buğday şeklinde olduğu belirtilmiştir (Atak, 2017).

Tablo 1.3. Dünyada yetiştirilen buğdayların türleri ve diğer özellikleri (Atak,2017).

Ploidi düzeyi ve kromozom sayısı	Tür ve alt türler	Genom formülü	Bilinen isimleri başlıca isimler
Diploid buğdaylar 2n=14	<i>Triticum monococcum</i> L. -subsp. <i>aegilopoides</i> (<i>boeoticum</i>) -subsp. <i>monococcum</i>	AA	Kaplıca, Siyez Yabani Einkorn Kültür Einkorn (Siyez buğdayı)
Tetraploid buğdaylar 2n=28 (MAKARNALIK)	<i>Triticum urartu</i> <i>Triticum turgidum</i> L. -subsp. <i>dicoccoides</i> -subsp. <i>dicoccon</i> -subsp. <i>durum</i> -subsp. <i>polonicum</i> -subsp. <i>turanicum</i> -subsp. <i>turgidum</i> -subsp. <i>carthlicum</i> (<i>persicum</i>) -subsp. <i>paleocolchicum</i>	AA AABB	Yabani Urartu buğdayı Gernik, Çatal Siyez Yabani Emmer (Gernik) buğdayı Kültür Emmer (Gernik) buğdayı Makarnalık buğday Polanya buğdayı (Turna gagası) Horasan buğdayı Kaba tahıl (buğday) Pers (İran) buğdayı Gürcü buğdayı
Hekzaploid buğdaylar 2n=42 (EKMEKLİK)	<i>Triticum timopheevii</i> -subsp. <i>armenicum</i> (<i>araraticum</i>) -subsp. <i>timopheevii</i> <i>Triticum aestivum</i> L. -subsp. <i>aestivum</i> -subsp. <i>compactum</i> -subsp. <i>sphaerococcum</i> -subsp. <i>macha</i> -subsp. <i>spelta</i> <i>Triticum zhukovskyi</i> L.	AAGG AABBDD AAAAGG	Rus buğdayı Yabani timophevi Kültür timophevi Ekmeklik buğday Ekmeklik buğday Topbaş buğday Cüce buğday Maha buğdayı Spelt buğdayı Zhukovski buğdayı

1.5.1. Tahıl’ın Kimyasal Yapısı

Tahıl genel olarak 3 kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar endosperm, kabuk ve embriyo’dur. Tahıl tanesinin %80-85’lik bölümünü endosperm oluşturur ve enerji kaynağıdır. Yapısında protein ve nişasta içerir. Kabuk tahıl tanesinin %12-15’sini meydana getirir ve lif değeri yüksektir. Tanenin geriye kalanı da embriyodan (%2-3) meydana gelir (Kün, 1996; McKevith, 2004; Akın ve Yararlı, 2017). Bahsi geçen üç bölümün beraber bulunması durumunda tahıl, tam tahıl olarak isimlendirilmektedir. Bu başlık altında bulgur, makarnalık buğday, kargo (esmer pirinç) bulunurken; tam tahıl olmayanlara kuskus, kepek, pirinç unu ve beyaz pirinç örnek verilebilir (McKevith, 2004; Bozhöyük vd., 2012).

1.5.2. Tahılların Kullanım Sıklığı ve Beslenme Alışkanlıklarımız

İnsanoğlu yeryüzünde farklı coğrafyalara dağılmış ve yaşam biçimleri, beslenme alışkanlıkları oldukça farklılık göstermiştir. Milletlerin yaşam kalite standartları da birbirinden farklı olduğu için besin tüketim alışkanlıkları da birbirinden ayrılmıştır. Ortak buluştukları nokta ise hem gelişmiş hem de gelişmekte olan toplumların beslenmede tahıla verdikleri önemdir. Hububatlar gerek bireylerin yiyecek ihtiyacını, gerekse hayvanların çoğunun yiyecek ihtiyacını karşılayabilmektedir. Uygun maliyetli olması, ulaşımının basitliği, muhafaza şartlarının zor olmaması, raf ömrünün uzun olması, doyurucu ve nötrleyici niteliğe sahip olması insanların bu yiyecekleri tercih etmesinin başlıca sebeplerindendir (Karaoğlu ve Kotancılar, 2001).

Yeryüzünde günlük enerji gereksinimin yaklaşık %60'ı hububatlar ile sağlanmaktadır. Söz konusu enerji temininin büyük bir kısmı bitki kaynaklı besinlerden karşılanırken bu çoğunluğun yaklaşık yarısını sadece günlük hayatta sıklıkla kullandığımız ekmek karşılamaktadır. Protein gereksinimleri bakımından incelendiğinde ise bitki kökenli besinlerin oranının %77 civarında olduğu ve bu oranın yaklaşık %50'sinin ekmeğe ait olduğu belirtilmiştir (Şanlıer, 2013).

Hububatlar bakımından incelendiğinde ülkemizdeki insanların çoğunun esas besin kaynağının ekmek olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak un ve unlu mamullerin ülkemizde oldukça yaygınlığı söz konusudur. Konveksiyonel olarak kek, pasta, tart, kurabiye vb. ürünler buğday kökenlidir. Diğer tahıl ürünleri olan çavdar, arpa, yulaf, pirinç gibi ürünlerde tüketimde ciddi anlamda önem taşımaktadırlar (Köksal ve Gökmen Özel, 2008).

1.5.3. Tahılların Beslenme Üzerinde Yararları

Tahıllar dünyanın çoğu bölgesinde önem arz etmekte olup, çoğu insanın beslenmesinde olmazsa olmazdır (McKevith, 2004). Ülkemizin beslenme alışkanlıklarının büyük bir kısmında yaygın olarak tahıl ve türevleri kullanılmaktadır. Ülkemizde en çok tüketilen tahıl türevinin ekmek olduğu belirtilmektedir. Ekmeğin ülkemiz insanının beslenmesinde günlük bazda enerji gereksiniminin yaklaşık %45'ini karşıladığı bildirilmiştir (Şanlıer, 2013).

Başta buğday ve türleri olmak üzere hububat türevlerinin yapısında karbonhidrat, protein, lif, E vitamini, B vitamini, sodyum, magnezyum, çinko, azot, fosfor ve potasyum gibi majör elementler, esansiyel yağ asitleri ile önemli biyoaktif bileşikler bulunur (McKevith, 2004; Bozhöyük vd., 2012). Buğday tüketimi herhangi bir hastalığı olmayan insanlar için oldukça faydalıdır. Özellikle tam tahıllı buğday ürünlerin tüketimi ile yukarıda sayılan önemli besinsel elementler sindirime kazandırılmaktadır. Bunların başında gelen kepek ile alınan lif ince bağırsakta sindirim sistemine yardımcı olur.

Genel anlamda beslenme alışkanlığımıza baktığımızda tahıl ve tahıl türevlerinin önemli ölçüde hayatımızda olduğunu söyleyebiliriz. İnsanoğlu ilk zamanlarda tahılları parçalayarak deformasyona uğrattı yerken, ilerleyen süreçte değirmen yardımıyla un haline getirilmeye başlanmıştır. Modernleşen ve gelişen hayat şartlarında buğdayın işlenmesi, ekstrüzyon-öğütme gibi işlemlere tabi tutularak protein, selüloz, diyet lifi, mineral ve diğer besleyici değeri olan kısımlar taneden ayrılıp yeni ürünler elde edilmiştir (Gül ve Dizlek, 2008). Yapılan güncel araştırmalar sonucu tam tahıl içeren mahsullerin sağlık yönünden pozitif etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Hububatlar sayesinde insan vücuduna alınan ve yararlı etkileri bilinen diyet lifinin birçok hastalığa karşı siper olarak rol oynadığı belirlenmiştir (Karaoğlu ve Kotancılar, 2001). Tahıl içeren besinlerin lipit içeriği düşüktür fakat genel anlamda insanların vücuduna alınan günlük lipit oranının yaklaşık %6'sını oluşturur. Yufka, börek vb. ürünler yağlı olarak sınıflandırılırken; pasta, kurabiye, gofret şekerli olarak alt başlıkta sayılabilir (McKevith, 2004).

1.6. Önemli Bazı Tahıl Ürünleri

Ekmeği genel anlamda tanımlayacak olursak; buğdaydan elde edilen un, tuz, su, mayanın belirli miktarlarda karıştırılması ve yoğurulması sonucu elde edilen hamurun, fermantasyona tabi tutulup pişirilmesi ile üretilen bir tahıl ürünüdür. Ülkemizde ekmeğin hem beslenme alışkanlığı, hem de inançlar gereği yeri ve önemi oldukça yüksektir ve ekmek doyurucu ve besleyici özelliklerinin yanı sıra nötrleyici niteliğe de sahiptir (URL-2, 2015). Ülkemizin ekmek tüketim miktarları incelendiğinde, kişi başına günlük 333 gram ekmek tüketilmektedir. Kişi başına yıllık ekmek tüketim oranı ise 121 kg olarak belirtilmiştir (URL-7, 2020). Buğday yapısında bulunan kimyasal komponentlerden protein ile nişasta ekmeğin olumlu yönde üstünlüğü ile ilişkilendirilebilir. Daha küçük miktardaki yağ, vitaminler ve minerallerin etkinliği kısıtlıdır. Buğdayın protein oranı

arttıkça ekmek yapımında kullanımı yaygınlaşmaktadır ve aralarında bir paralellik söz konusudur. Ekmeklik buğdayların protein oranları yaklaşık %15 civarındadır (Elgün ve Ertugay, 1992; Pomeranz, 1998; Elgün vd., 2012b). Gluten oranı fazla olan unlar, su tutma kapasitesi açısından daha üstündür ve hamur biçimi ise daha esnektir. Buna bağlı olarak bu tür hamurlardan elde edilen ekmekler hem hacimsel anlamda hem de olumlu nitelikli tekstürde bakımından üstün nitelik sergilemektedir (Pomeranz, 1988; Özkaya ve Kahveci, 1990; Göçmen, 1991).

Kahvaltılık tahıllar ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde 19. yy'da geliştirilip ilerleyen süre zarfında İngiltere'ye götürülüp sergilenmiş kıymetli gıda ürünlerindendir. Kahvaltılık ürünlerin besin içeriği oldukça verimlidir ve yapısında birçok vitamini barındıran bu ürünler gevrek olarak da tüketime sunulmaktadır (McKevith, 2004). Bazı önemli kahvaltılık tahıllardan bahsedilecek olunursa; ilk olarak geleneksel yollarla üretilen sıcak tahıllar 'Hot Cereals' ham tahıl şeklinde tüketiciye sunulmakta ve sıcak olarak tüketilebilmekte olup buğday ve yulaf tahılları bunlara örnek verilebilir. Diğer bir çeşit ise hazır geleneksel sıcak tahılların 'Instant Hot Cereals'; sektörde kaynatılmış su ile tüketime sunulduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra tüketime hazır tahıllar 'Ready to Eat', mısır unu ve buğday unu ile üretilmektedir. Pişirilmeye tabi tutulduktan sonra flaked (gevrek), puffed (patlak) gibi alt gruplara ayrılabilirdikleri belirtilmiştir (Tribelhorn, 1991; Mahmutoglu, 1998).

Makarnalık buğday olarak *Triticium durum* türü kullanılır. Makarna üretiminin esası irmikle ilişkilendirilebilir. Suyun, vitaminlerin, gıda katkı maddelerinin ve diğer bileşenlerin eklenmesi sonucu yüksek kalitede, insanlara sempatik ve cazip gelen bir makarna yapılabilmektedir (McKevith, 2004). Makarnalık buğdayların protein miktarı ve verimliliği, durum buğdayından üretilen makarnanın pişme kalitesi ile doğrudan ilişkilendirildiği bildirilmiştir. Buna bağlı olarak protein miktarı %13 ve üzerinde olan buğdaylara öncelik tanınmaktadır. Bunun yanı sıra protein oranı %11 ve daha alt seviyelere düştüğünde, buğdayın kalitesi negatif yönde etkilenmektedir (Bilgiçli ve Soylu, 2016). Makarnanın sınıflandırılması şu şekildedir; sade makarna, tam buğday makarnası, çeşnili makarna ve güçlendirilmiş makarnadır (MEGEP, 2011).

Sade Makarna: *Triticium durum* buğdaylarından elde edilen irmiğe su ilave edilip, uygun tekniklerle yoğurma işlemi uygulandıktan sonra, elde edilen hamura şekil verilmesi ve kurutulması ile üretilen bir besindir.

Tam Buğday Makarnası: Tam buğday irmiği ile su uygun teknikler eşliğinde karıştırılıp, yoğurulduktan sonra hamura şekil verilmesi ve kurutulması ile üretilen bir besindir.

Çeşnili Makarna: *Triticum durum* irmiği ile hazırlanan makarna hamuruna süt, yumurta, sebze, *Triticum aestivum* ve *Triticum compactum* buğday ürünleri dışında kalan diğer tahıl ve türevleri, aroma vericiler ve baharatların eklenmesiyle oluşan bir besindir.

Zenginleştirilmiş Makarna: *Triticum durum* irmiği ile hazırlanan makarna hamuruna tiamin, riboflavin, niasin, folik asit, D vitamini ve kalsiyum gibi maddeler ilave edilerek üretilen besinlerdir.

Güçlendirilmiş makarna: Yukarıda belirtilen zenginleştirilmiş makarnada bulunan vitamin ve mineral değerlerinin en üst düzeyde tutulması ve buna ek olarak protein ilavesi ile üretilen makarna çeşididir.

Makarnanın beslenmedeki yeri ve önemine bakılacak olunursa; eski çağlardan günümüze gelen makarna, insanlarda İtalya'yı çağırırsa da ilk olarak Çin'de bulunduğu sanılmaktadır. Makarna eski dönemlerde sadece ev yapımı şeklinde üretilmekteydi. 18. yy'dan itibaren makinelerin gelişmesiyle makarna üretimi hız kazanarak, fabrika ortamında yüksek miktarlarda üretimine geçildi. Globalleşen ve sürekli gelişen teknolojiye bağlı olarak, makarna sektörünün ucuz ve yüksek miktarlarda üretim olanakları yakaladığı belirtilmiştir. Günlük hayatta ise makarna tüketiminin artmasının başlıca sebepleri şunlardır; nüfusun artması, makarnanın fiyatının düşük olması, şehir hayatı, kolay hazırlanıp tüketilmesi vb. olarak belirtilmiştir (MEGEP, 2011). Dünya genelinde en çok makarna tüketen ülkelerin başında 2.700.000 ton ile ABD yer almaktadır. İkinci sırada ise 1.204.900 ton ile İtalya bulunmaktadır (URL-9, 2015). Ülkemizde makarna tüketim verileri incelendiğinde 2018 yılında kişi başına makarna tüketim miktarı 6.7 kg/kişi olarak belirtilmiştir. Yıllık makarna tüketim miktarı 577.840 tondur (URL-8, 2020).

Yeryüzünün farklı coğrafyalarında buğdayın makarnalık olan türleri mevsimsel istekleri doğrultusunda yayılım göstermektedir. Dünya üzerinde bu coğrafi şartları ve iklimsel özellikleri taşıyıp bu buğday türünü yetiştirebilen ülkeler arasında ülkemizde bulunmaktadır. Bu durumu ülkemiz bağlamında Anadolu bakımından irdelenecek olursak, buğdayın özellikle makarnalık çeşitlerinin ekimi yerel değişiklikler göstermektedir. Ülkemizin güney kısımlarında ve orta Anadolu kısımlarında bu türün yetiştiriciliği önem arz etmektedir (Anonim, 2016).

Buğday danelerinin camsı özelliği ve sertliği kalite açısından önemli değişkenlerdir. Sertlik açısından genotip etmenler söz konusu iken, camsılık özelliğine baktığımızda çevre ile ilgili etmenler daha baskın durumdadır. Bahsi geçen bu iki özelliğin ön planda olması durumunda ırmik randımanı artmış olur. Diğer taraftan ırmığın parlak olması yine camsılık etkilerine bağlıdır (Elgün, 1999; Güleç vd., 2010; Yüksel vd., 2011). Söz konusu olumlu niteliklere sahip makarnalık durum buğdaylarının hektolitreye ağırlığının yüksek, camsılığının fazla, protein oranı minimum %14, enzim aktivitelerinin az, ırmik randımanı fazla ve hasar görmüş nişasta miktarının az olması gerekmektedir (Elgün, 1999; Türker ve Ünver, 2000).

Bisküvi gıda endüstrisinde *Triticum compactum* olarak bilinen ve kullanılan buğdaylar ile bazen de kalitesel anlamda düşük olan *Triticum aestivum* buğday türleriyle birlikte de sektörde üretilmektedir. Bisküvilik buğday türlerinin başlıca özellikleri; ufak, açık renkli, yumuşakça ve unumsu bir yapıda olmasıdır. Bisküvilik buğday türlerinden daha çok unlu mamullerde, kek, pasta, çörek, kraker ve bisküvi üretiminde yararlanılmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1992). *Triticum compactum* türü buğdayların kalite belirleme öncüllerinin başında sertlik ve yumuşaklık gelmektedir. Sertlik doğal etmenlerinden etkilenebildiği gibi çeşidin kendi niteliği olarak da görülebilmektedir. Bisküvilik buğday türünün olumlu yönden ayrımını yapmak için protein oranının azlığı ve içerdiği nişasta miktarının fazlalığı gıda endüstrisinde önem arz etmektedir. Fakat her yumuşak yapıya sahip buğday türünün kalitede de aynı şekilde önem arz ettiği belirtilemez (Karababa ve Ozan, 1995). Bisküvi açısından ehemmiyet gösteren kalite niteliği bisküvi çapı ve buğdaydaki sertlik arasındaki korelasyon göstergesi kaynaklarda bahsedilmektedir (Herken, 1998). Olumlu özelliklere sahip bisküvilik buğday türünden yapılan unun özellikleri; kişilikli buğdaylardan üretilen, yaklaşık %75 oranında verimli, henüz olgunlaşmamış, nişasta oranı fazla (%70-75), glütteni az (%7.5-10 kuru glüten) ve kül içeriği düşük (%1.22-1.90) olması gerekmektedir (İlbeği, 1992; Herken, 1998; Elgün vd., 2012b).

1.7. Mor Buğday

Mor buğday, antik abyssinian (*Triticum aethiopicum*) buğdayı ile kavlca (*Triticum dicoccum*) buğdayının melezi olup dünyadaki en düşük glisemik indeks değerine sahip

buğdaylardan birisidir. Glisemik indeksinin düşük olması beslenme bakımından iyi nitelikte olduğu anlamına gelmektedir (URL-3, 2021).

Günümüzde yetiştirilen geleneksel buğdaylara göre yaklaşık 13 kat daha fazla antioksidan içeriğine sahip olduğu belirtilmektedir. Üretim ve tüketim açısından değerlendirildiğinde mor buğdayın Dünya genelinde henüz çok yeni olmasına rağmen, hızla artan bir trende sahip olduğu bildirilmiştir (URL-3, 2021). Genel olarak tüketim alanının en başında un ve unlu mamuller yer almaktadır. Ayrıca mor buğday diğer buğday unları ile karıştırılarak kullanıldığında un ve ekmek kalitesini arttırabildiği gibi, katıldığı ürünlere içermiş olduğu biyoaktif özellikleri de aktararak sağlıklı besin değerlerini arttırmak amacıyla da kullanılmaktadır. İnsan sağlığı üzerine ciddi faydaları söz konusudur ve kalp-damar hastalıkları başta olmak üzere birçok hastalığa iyi gelen antosiyanin açısından oldukça zengindir (URL-3, 2021). Mor buğday ununun sahip olduğu bazı besinsel ve fiziksel özellikler şu şekilde sıralanabilir; % 3.0 yağ, % 13.77 protein, % 8.4 diyet lifi, hektolitreye ağırlığı 73.10 kg/hl, % 21 gluten, 46 glisemik indeks, 339 TEAC / 100 gram toplam antioksidan, 169.61-177.47 mg GAE/100 gr toplam fenolik (URL-3; Yu ve Beta, 2015). Mor buğday damak tadına da hitap eden bir yapıya sahiptir, Türkiye’de bazı bölgelerde ekimi denenmektedir. Ayrıca mor buğdayın atasının Habeşistan asıllı olduğu belirtilmektedir. Bunun yanı sıra Dünya üzerinde son zamanlarda Avustralya’da hasadına başlanmıştır. Mor buğday Etiyopya asıllı, Habeş kökenli (*Triticum aethiopicum*) adıyla bilinmekte olup geçmişten günümüze gelen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) türü ile (*Triticum dicoccum*) birlikte hibritleştirilmesiyle meydana gelmiştir. Mor buğdayın etkili niteliğinden birisi de dane yapısında mor renk pigmentleri ve antosiyaninlerdir. Menekşe buğdayı (MBU) tıpkı yaban mersini gibi fazla antioksidan ve antosiyanin içeriğine denktir. Menekşe buğdayının diğer buğday çeşitlerine göre sindirimi daha basittir, bu durum insan sağlığını da olumlu yönde etkilemektedir. Kökeni geçmişe dayalı olduğu için sert iklim koşullarına karşı dirençli olduğu belirtilmektedir, iklim seçiciliği oldukça azdır. Gıda endüstrisinde özellikle ekmek endüstrisi üzerinde oldukça kolaylıklar sağlayan mor buğday, yoğurma ve mayalanma süresi açısından da istenilen özelliktedir. Mor buğday ayrıca keten ve ayçiçeğe var olan antioksidanlardan lignan SDG (Secoisolariciresinol diglucoside) içermektedir.

Mor buğdayı Türkiye’de yetiştirmek için gerekli çalışmaların olduğu bilinmektedir ve ilerleyen süreçte üretiminin gerçekleşeceği düşünülmektedir (URL-4, 2019). Buğday (*Triticum aestivum* L.) yeryüzünde bulunan değerli bir besin ürünüdür. Mor renge sahip

olan menekşe buğday perikarp başta olmak üzere önemli seviyelerde antosiyanin içermektedir (Zeven 1991; Liu vd., 2010). Antosiyaninler, insan sağlığı üzerine oldukça etkili bileşiklerdir. Kolon kanseri, kan ve damar hastalıkları gibi sağlık sorunlarında olumsuz durumları engelleyen antosiyaninlerin oldukça önemli bir fonksiyon üstlenmektedir (Hirawanet vd., 2011; Zilić vd., 2012; Cavalcanti vd., 2011). Mor danelerin antioksidan aktiviteleri ve biyoaktif içerikleri arasında yüksek bir korelasyon görülmüştür. Büyüme evrelerine bağlı olarak antosiyanin içeriğinin değişkenliği göze çarpmaktadır (Syta vd., 2018). Buna bağlı olarak mor buğday yetiştiriciliği ve ıslah çalışmaları önem kazanmıştır (Bartl vd., 2015). Antosiyaninler başlıca tahıllar, sebzeler, meyveler vb. olmak üzere bitkilerde genel olarak var olan; flavonoidlere ait olan ve suda çözünebilen renk pigmentleridir (Chen vd., 2013). Buğdayın (*Triticum* sp.) insan beslenmesinde önemli bir tahıl olması besinsel içeriğinin ve insan diyetinde özellikle protein, karbonhidrat, diyet lifi gibi kaynaklar bol miktarda ihtiva etmesinden kaynaklanmaktadır (Nelson, 1985). 2019 yılında Dünya üzerinde 767 milyon ton buğday üretimi yapılmıştır (FAO, 2019). Bazı buğday türleri Dünya üzerinde az miktarda yetiştirilmektedir. Örneğin mor, mavi gibi genotipe sahip buğday çeşitleri az miktarda üretime sahiptir. Bu genotipe sahip mor ve mavi taneli buğdaylar bu özelliklerini perikarplarında doğal olarak bulunan antosiyaninlere borçludurlar (Zeven, 1991).

1.7.1. Mor Buğdayın Botanik Açıdan Değerlendirilmesi

Yetiştiriciliği yapılan buğday türlerinin çekirdeklerindeki mor, mavi, kahverengi ve beyaz renkler karakterize özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Belay vd., 1995). Mor taneli tetraploid buğdayın taksonomik durumu belirsizliğini korumaktadır (Zeven, 1991). Çin asıllı buğdayların (*Triticum aestivum* L.) sadece belirli perikarp kısımlarında mor renk gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda mor taneli tetraploid buğdayların geri kalanı, Etiyopya asıllı olup ($2n=4x=28$) buğday taksonlarının koleksiyonlarında yer almaktadır (Belay vd., 1995). Etiyopya'da bulunan tüm tetraploid buğday taksonları, olası (*Triticum dicoccon*) haricinde mor perikarp rengine sahip olabilir. Fakat değişik oranlarda (*Triticum polonicum*) ve (*Triticum carthlicum*) bulunabilmektedir (Belay vd., 1995).

Bu çeşitlerin renk oranları farklılık gösterebilmektedir, hatta Çin kökenli olanlar siyahımsı bir renge sahip buğday tanesine kayabilmektedir (Li vd., 2005). Mor taneli buğday karakterleri hekzaploid buğdaya aktarıldığında, türevler ana tetraploitten daha

farklı renkleri görmemizi sağlayabilmektedir. Yükselti, ışık yoğunluğu, sıcaklık gibi faktörler antosiyanın üretimini etkileyebilmektedir (Belay vd., 1995).

1.7.2. Mor Buğdayın Tarihi ve Kimyasal Özellikleri

Mor taneli buğday çeşitleri deniz seviyesinden 2400 metre yüksekliklere kadar ulaşmıştır ancak genellikle 2400-2800 metrelerde bulunmaktadır (Tesemma ve Belay, 1991). Rakımın artmasına bağlı olarak, buğday bitkisinin erken gelişim evrelerinde su basma direnci vardır. Mor buğday çeşitleri, yayla gibi yetiştirilme şartlarına uygun ve adapte olabilen uyumlu özelliklere sahiptirler (Belay vd., 1995). Mor taneli tetraploid buğday türleri (*Triticum turgidum* L.), beyaz veya kırmızı renkteki çeşitlere göre daha az endüstriyel kaliteye ve piyasa fiyatlarına sahip olsalar da Etiyopya’da oldukça yaygın bir şekilde hasadı yapılmaktadır (Belay vd., 1995). Fenolik bileşikler, mor buğdayda bulunan hidrofilik fitokimyasal grubunda yer almaktadır ve antioksidan özelliklerinden sorumludur. Yaygın olarak fenolik asitler halinde gruplandırılırlar. Fenolik asitler ayrıca iki başlık altında toplanabilir: hidroksibenzoik asitler ve hidroksisinnamik asitler (Dykes ve Rooney, 2007). Mor buğdayda bulunan fenolik bileşenlerin çoğu, hücre duvarı bileşenlerine bağlı çözünmez formda bulunurken, çözünür serbest ve çözünür esterleşmiş formlarda yalnızca birkaç tanesi mevcuttur. Yapılan araştırmalar sonucu, çözünür serbest formda yalnızca ferulik asit gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, iki tane mor buğday türünde çözünmeyen fraksiyonlarda p-hidroksibenzoik, vanilik, siringik, p-kumarik, kafeik, sinapik asitler gözlemlenmiştir (Yu ve Beta, 2015). Genel olarak tam tahıllardan fenolik bileşenleri ekstrakte etmek için kullanılan yöntemler mor buğdaya da uygulanabilmektedir ve bunların bir kısmı bilimsel çalışmalarla bildirilmiştir. Genellikle, serbest halde çözünür fenolik asitler % 80 civarında sulu etanol (Adom vd., 2003). % 80 sulu oranında metanol içerirler (Yu ve Beta, 2015).

Tablo 1.4. Mor buğdayın kimyasal bileşimi

Özellik	Miktar	Yapılan Çalışma	Kaynak
Nem (%)	9.96	Mor Buğday Unu	(Kumari vd., 2020)
Kül(g/100g)	1.88	Mor Buğday Unu	(Kumari vd., 2020)
Protein(g/100g)	11.01	Mor Buğday Unu	(Kumari vd., 2020)
Toplam Flavonoid (mg/100g)	102.95	Mor Buğday	(Liu vd., 2010)
Diyet Lif	11.99	Mor Buğday Unu	(Kumari vd., 2020)
Glisemik İndeks	46	Mor Buğday Unu	(URL-1; Yu ve Beta, 2015)
Toplam Fenolik- Antosiyanin	96 µg/g 230 µg/g	Mor Buğday Mor Buğday	(Abdel vd., 2006) (Liu vd., 2010)
Toplam Antioksidan	339 TEAC / 100 gr	Mor Buğday	(URL-1; Yu ve Beta, 2015)
Toplam Mineral Madde (mg/kg)			
-Fe	36.7		
-Ca	419.6	Mor Buğday	(Saini vd., 2020)
-Mn	15.0		
-Cu	4.1		
-Zn	25.0		
L*	69.1	Mor Kepek	(Fleischman vd., 2016)
a*	4.2	Mor Kepek	(Fleischman vd., 2016)
b*	11.4	Mor Kepek	(Fleischman vd., 2016)

1.7.3. Mor Buğdayın Verim ve Kalite Özellikleri

Buğday yeryüzünde bulunan tüm milletlerde küresel bir besin niteliği taşımaktadır. Gıda güvenliği baz alındığında birçok ülkede önemli temel besinlerimizden birisidir. Gıda güvenliğinin hazırda olan bağlam dışında, sadece yeteri kadar besin değil, buna bağlı olarak yüksek kalitede ve verimde bir gıda niteliğinde olması gerekmektedir. Buğday hasadında son yıllarda özellikle kalite standartları ve insan sağlığı üzerine ciddi araştırmalar söz konusudur. Bu bağlamda eski kökenli buğdaylar ve yeni türler arası hibritleşmeler başta olmak üzere bilimsel çalışmalar hız kazanmıştır. Mor ve mavi buğday üzerine olan ilginin son yıllarda artması, bu genotiplerin insan sağlığına olumlu etkileri belirlenmiş ve bu çeşitlerin geliştirilmesi önem arz edilerek belirli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Lia vd., 2017; Grausgruber vd., 2018). Mor buğdaya karşı olan ilginin temel sebebinin birçok araştırmada belirtildiği gibi antosiyaninlere bağlandığı bildirilmiştir. Serbest radikaller tek başına dolanan ve elektron sayısı eksik olan atomlar olarak tanımlanmaktadır. Fakat elektronlar çift halinde olmayı severler (Lobo vd., 2010). Antosiyaninler, serbest radikalleri temizleyen antioksidan görevini üstlenmektedir (Grausgruber vd., 2018). Mor buğday ilk olarak bugünkü adıyla Etiyopya’da 1870 yıllarında toplanmış ve daha sonra botanik bilimciler aracılığıyla Avrupa’ya kadar taşınmış ve burada tanıtılmıştır. Daha sonra mor buğday, özellikle 1960’lı yıllarda diğer buğday çeşitleriyle ıslah edilerek Dünya üzerinde üretimi gerçekleştirilmek istenmiştir. Ticari amaçlı olarak Dünya üzerinde birden fazla ülkede piyasaya sürülen mor buğday; ilk olarak Avustralya, Çin ve diğer Avrupa milletleri tarafından piyasaya sürülmüştür. Diğer yandan günümüzde hala Etiyopya sınırları içerisinde yerli mor buğdayın yetiştirildiği ve bazı tahıl ambarlarında bulunabildiğinden söz edilmiştir (Kassegn, 2018). Mor taneli buğdayın araştırma ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Özellikle mevsimlere karşı direnç gösteren, tarımsal anlamda önem arz eden, pişme kalitesi olumlu yönde olan buğday kombinasyonu istenilmektedir (Marinek vd., 2013). Çin’de yapılan bilimsel araştırmalarda, mor buğday üzerine gama ışınları kullanılarak, farklı renkte tohumlar geliştirilmiştir (Hong vd., 2019). Söz konusu mutantlar buğday orjininden daha fazla antosiyanin içerdiği ve antosiyanin içeriğinin tane katmanlarında birikmesiyle sonuçlanmıştır. Yapılan çalışmalarda mor buğdayın izojenik çizgileri, diğer buğdaylara göre % 4-5’lik bir artış göstermektedir (Bohmdorfer vd., 2018). Araştırmacıların son yıllarda yaptıkları çalışmalarda odaklandıkları nokta, buğday tanesinin bileşimi, genotip varyasyonu,

antosiyenin içeriği olmuştur (Knivel vd., 2009). Kanada’da yapılan bazı araştırmalarda 2 iklim arasında mavi ve mor buğdayların perikarpları incelenmiştir, antosiyenin içeriğinde bir değişimin söz konusu olduğu saptanmıştır. 2 yıllık periyotda gözlemlenen sayısal veriler; 2007 yılında toplam antosiyenin içeriği % 23,8 iken, 2008 yılında bu oran %30,5’e yükseldiği belirtilmiştir. Yıl boyunca genotipte bir farklılığın olmadığı ve üreme sürecinde bir kolaylığın olduğu belirtilmiştir (Abdel vd., 2016). Buğday yetiştiriciliğinde kombineli bir şekilde azot ve fosforlu gübre uygulanması, mor taneli buğdaylarda yüksek antioksidan aktiviteye yol açtığı tespit edilmiştir (Ma vd., 2018).

Dört renkli kışlık buğday çeşidi iki tekerrürde, iki sene boyunca organik ve organik olmayan mahsul mekanizmaları altında incelenmiştir. Toplam fenolik içerik yıldan yıla daha çok etkilenirken, antosiyenin içeriği genotipten daha çok etkilenecek, çevrenin ve genotipin etkisi toplam antioksidan aktivite ile kıyaslanabilir seviyede olduğu bildirilmiştir (Zrckova vd., 2018). Organik tarım göz önüne alınarak yapılan hasatta ve sıcaklığın yüksek olduğu senelerde, yüksek antosiyenin içeriği ve antioksidan aktiviteleri, oldukça az randıman gözlemlenmiştir (Eticha vd., 2011). Diğer yandan yüksek kepek oranı hamurun viskozitesini yükseltmektedir. Yapılan çalışmalarda mor buğdaydan elde edilen un ve hamurun niteliklerinin, kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi, renkli buğday türlerinin genel ticari türlerinden ya da unlu mamullerden oldukça farklı niteliklere sahip olmadığı saptanmıştır (URL-5, 2019). Bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmaların ortak sonucu olarak, mor renkli buğday karakterlerinin genotip, çevresel ve beşeri etkilerden nasıl etkilendiği genel teması incelenmiştir. Bu çalışmalar neticesinde kalite özellikleri için çevrenin etkisi, genotipin etkisinden daha fazla olduğu saptanmıştır. Diğer yandan genotip, tane rengi ve antosiyenin içeriği gibi özelliklerin kontrolünde bilgi sağlamaktadır (Garg vd., 2016; Shin vd., 2017). Çevreye göre önemli genotipik etkileşimler, yetiştirme yöntemi, bölgelerin dikkatli ve özenli seçilmesi çapraz etkileşimleri etkilediği gösterilmektedir. Yapılan çalışmalar hemen hemen aynı sonuçları vermektedir, yalnızca birkaç tane gende değişiklik gösteren izojenik hatların özelliklerini kıyaslarken, mor buğday tanelerinin üstün ve önemli özellikte olacağının garantisi yoktur. Bunu yapılan deneysel çalışmalarda mor buğday danesinin fenolik içeriğinin, kırmızı renge sahip buğday tanesinden daha az olabileceği gözlemlenmiştir. Buğdayın özelliklerin araştırılması ve ıslah çalışmaları insan sağlığı ve besinsel yönden fayda sağlamaktadır fakat bu çalışmaların sürdürülebilmesi oldukça zahmetlidir, ciddi ekipman gerektirir. Biyolojik olarak güçlendirilmiş buğdayın sağlık açısından faydalarını yükseltmek için yüksek çinko ve mor tahıl kombinasyonları

incelenebilir. Diğer yandan demir içeriği ve diyet lifi gibi karakteristik özelliklerin araştırılması, mor buğdayın gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bakımdan mor buğday gelişimi, daha sağlıklı ve lezzetli gıda ürünleri için eşsiz kapılar açacağı bildirilmektedir (Alexey vd., 2020).

1.7.1.1. Mor Buğdaydaki Antosiyaninler ve Fenolik Bileşenlerin Absorbsiyonu

Antosiyaninler ve fenolik asitler, insan sağlığı üzerinde diyabet ve kanser gibi hastalıkları önlemede önemli etkilere sahiptir (Guo vd., 2009). Bu bileşikler sadece mor buğday da değil diğer besin gruplarında da (meyve-sebze) bulunabilmektedir (Abdel vd., 2006). Mor buğdayın toplam antosiyanin içeriği 96 µg/g ile (Abdel vd., 2006) 230 µg/g arasında değişiklik gösterebilmektedir (Liu vd., 2010). Mor buğdayda bulunan temel antosiyanin siyanidin-3-glukozit'tir (Abdel vd., 2006; Liu vd., 2010). Antosiyaninlerin ve fenolik asitlerin potansiyelleri, tüketim derecelerine ve moleküler yapılarına, gıda salınımlarına, kısaca biyoyararlanma; emilime ve metabolizmaya bağlıdır. Antosiyaninler hızlı emilir ve metabolize olurlar. Genellikle 2 saat ile 8 saat arası dışkı/idrarla ile atılırlar (Wu vd., 2002; Jin vd., 2011). Yapılan çalışmalarda antosiyanin ve fenolik asit metabolitlerini ve kepekli donanımlı hale getirilen 2 mor buğday besinin tüketimi ve süresi belirlenmiştir. İki mor buğday ürünü; kepekli zenginleştirilmiş hazır barlar ve kepekli zenginleştirilmiş krakerlerdir. Zenginleştirilen bu buğday türleri ile fonksiyonel gıda üretimi denenmiştir ve bu iki mor buğdaydan kepeği zenginleştirilmiş kraker, bar vb. ürünler oluşturulmuştur. Çalışmalar sonucu elde edilen mor buğday ürünlerinden, antosiyaninlerin ve fenolik asitlerin sindirimi ve emilime olumlu etki ettiği belirtilerek, mor buğday bazlı ürünlerin uzun vadeli tüketimi ve araştırılması günden güne artacağına inanılmaktadır. (Gamel vd., 2019).

1.7.4. Mor Buğday Tanelerinin Un ve Hamur Üzerine Etkileri

Mor renge sahip buğday taneleri gıda endüstrisinde kullanımı söz konusu olabilmektedir ama genellikle bu alanda tam tahıllı ürünler tercih edilmektedir. Mor buğdayın makarna ve bisküvi proseslerinde kullanıma elverişli olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Mor buğday tanelerinden elde edilen bisküvi ürünleri; normal

buğday tanelerinden elde edilen bisküvi ürünlerine karşı daha yüksek antioksidan aktivite sergilemektedir (Burešová vd., 2019).

Buna bağlı olarak mor buğdaydan üretilen bisküviler, normal bisküvilere göre daha az derecelerde lipitten türemiş karboksilik asitler ve daha çok alkol ve aldehit düzeyleri göstermiştir. Bunun neticesinde lipidlerin daha az oksidatif bozulma olduğu belirtilmiştir (Burešová vd., 2019). Mor buğdaydan üretilen makarnanın duyusal özelliklerinin, normal kepek içeren makarnadan pek bir farkı olmadığı, glisemik indeksin az olduğu saptanmıştır. Mor perikarp içeren ve mavi aleuron içeren buğdaylardan elde edilen unların ve hamurun nitelikleri bir teste tabi tutulmuş, renkli buğdayların ekmekçilik alanında uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Renkli bir yapıya sahip hazırlanan daha ince unlar, amilaz enzim aktivitesinde belirli bir farklılık göstermiştir. Daha sonra uygulanan ısıtmaya dayalı, hamurun davranışlarındaki değişimlerin ihmal edilebilir düzeyde olduğu vurgulanmıştır (Burešová vd., 2019). Mor, mavi, sarı vb. renklerdeki buğdayların günümüzde önem kazanması söz konusudur. Daha öncede belirtildiği gibi renklendirmenin ksantofil, karotenoid, antosiyanin bulunan renk pigmentlerinden kaynaklıdır (Kníevel vd., 2009). Mor buğdayın içeriği ve sahip olduğu özellikleri fonksiyonel gıdaların üretimi ve geliştirilmesi için önem arz etmektedir. Renk pigmentlerinin, karyopsis içindeki konumundan dolayı, ürünün antosiyanin miktarını çoğaltması için hamurun içine kepek eklenmesi gerekmektedir. Fakat diğer yandan bu uygulama bazı farklı olumsuzlukların meydana gelmesine zemin hazırlayabilmektedir. Duyusal kalite açısından, renkli buğdaydan ve kepekten yapılan unlu mamullerin pazardaki arzını genişletmek ve bunun yanında insan sağlığına olumlu etkiler sağlamak için iyi bir yöne yöneldiği söylenebilir. Fenolik bileşikler, yine mor buğdayda yer alan ve insan sağlığı için pozitif rol oynayan bir diğer maddedir. Fenolik bileşikler, buğdayda genellikle ferulik asit ve vanillik asit olarak yer almaktadır (Janeckova vd., 2014). Yapılan deneysel çalışmalarda, mor buğday öğütülmüş ve un, kepek irmik gibi ürünler elde edilerek bunların kullanım olanaklarının değerlendirilmesi yapılmıştır. İlk olarak üst düzey antioksidan kapasitesine sahip kepek kullanımı olmuştur. Bu kepeğin hamura eklenmesi, son ürün olarak çıkacak olan ekmek gibi unlu mamüllerde tat veya duyusal anlamda bir olumsuzluk yapabileceği düşünülmüştür. Bunun devamında gözeneklere göre kepek, sadece ürünün fiziksel görünüşünü değil, aynı zamanda diğer özelliklerini de etkilemiştir. Kepek oranının karışımda % 10 ve üzerinde olması bazı olumsuzlukları beraberinde getirdiği için bu kritere dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Yapılan çalışmalarda, % 15 ve % 20

kepek içeren numuneler önemli ölçüde daha kötü duyusal sonuçlar ile belirtilmiştir (Janeckova vd., 2014). Mor buğday ile üretilen ürünlerde duyusal analiz sonuçları göz önüne alındığında, hamur prosesinde totalde 1/10 oranında kepek olması ve bunun üzerindeki değerlerde kötü sonuçların kaçınılmaz olacağı bildirilmiştir. Bu kötü sonuçlar; ekmeğin eğriliği, kırıntı doku veya tat-lezzet gibi bazı duyusal özelliklerden ibarettir. Mor buğday ile üretilen besinler, insan sağlığı açısından olumlu yönde sonuçlar vermektedir. Buna bağlı olarak pişirme gerçekleşikten sonra, son ürün üzerinde de bazı değerlendirilmelerin yapılması gerektiği düşünülmektedir (Janeckova vd., 2014).

1.7.5. Mor Buğdayın Makarna Üretimi Üzerine Etkileri

Makarna, tüketim alışkanlıklarında dolayı daha çok kıyı kesimlerde, özellikle Akdeniz coğrafyasında oldukça yaygın tüketilmektedir. Makarnanın yöresel bir beğeni toplamasının yanı sıra, sarı renge sahip olması karotenoidlerden dolayıdır. Ayrıca makarnalık buğday, irmiğin temel bileşenleri kullanılarak yapılır (Ficco vd., 2014).

Makarna, diğer nişasta içerikli ‘örneğin ekmek’ besinlerle kıyaslandığında glisemik indeksi az ve insan sağlığı üzerine olumlu fizyolojik etkilere sahiptir (Aston vd., 2008). Son yıllarda, besinsel açıdan nitelikli hale getirilen makarnaya duyulan talebin artışı gözlenmektedir. Diğer yandan antioksidan içeriği zengin, yüksek pigmente sahip tahıl ürünleri de fonksiyonel gıda alanında ciddi bir merak uyandırmaktadır. Tam tahıllı ürünlerin insan sağlığı üzerine pozitif etkileri nitekim tartışmasızdır. Tam tahıllı besinlerde, serbest radikallere karşı direnç gösteren ve onları yok eden bir yapıya sahiptirler. Tam tahıllı buğdaylarda, sarı renkli bileşiklerin dağılımları izlenmiş ve tanenin öğütme aşamasında renklerin daha az hasar aldığı gözlemlenmiştir (Ficco vd., 2016). Araştırmalarda elek cihazı kullanılarak mor-mavi buğday tanelerinin fitokimyasal deneyleri yapılmıştır. Mor buğday genotipinin hemen hemen hepsinde, aynı karotenoid (3.77-4.04 µg/g) dereceleri belirlenmiştir. Ayrıca pigmentlerin konumuna bağlı olarak, en dıştaki katmanlarda antosiyanin oranının (21.42-46.32 µg/g) çok olduğu gözlenmiştir. Diğer yandan dış katmandaki antioksidan aktivite düzeyi, diğer un gruplarına göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda mor buğdayın farklı öğütme proseslerinde, makarna üretimindeki pişirme, antioksidan ve duyusal nitelikleri göz önüne alınmıştır. Öğütme işlemi yapılırken, mor buğday ile kıyaslanmak için normal ticari kepekli bir buğday türüyle birlikte çalışmalar devam ettirilmiştir. Mor buğdaydan elde

edilen makarnanın duyuşsal özellikleri, ticari kepekli makarnadan çok önemli farklılıkların olmadığı saptanmıştır, sadece glisemik indeksin az olması (GI=57) göze çarpmıştır. Mor buğday içeriğı, besinsel etkinliğı, biyoaktif bileşenleri bakımından gıda endüstrisinde şimdiden yerini alarak; daha zengin içerikli ürünlerin yapımında kullanılması düşünülmektedir (Ficco vd ., 2016). Bilimsel çalışmaların çok azı mor buğdayların protein içeriğı, nişasta türleri ve mineraller açısından beyaz buğdaydan farklı olduğunu göstermektedir. Mor buğdayların yaş glüten, mineraller, amino asitler bakımından belirli bir dengeye sahip olduğu vurgulanmaktadır. Buna bağılı olarak dünyanın her yerinde mor buğday müthiş bir tahıl türevi olarak benimsenmektedir. Mor buğday lösün, prolin, glisin vb. yönden de oldukça donanımlı ve yoğun bir içeriğe sahiptir. Bu durum, hamurun kalite ve besin değerlerinde önemli roller sağlamaktadır. Son yıllarda gıda sanayisinde, protein bileşenlerinin daha iyi sağlanması; daha fazla stabilite ve fonksiyonel performans gibi faydaları nedeniyle mor buğdaya büyük bir ilgi duyulmaktadır. Mor buğdayın unlu mamullerde bir bileşen olarak kullanılması, sadece hamurun besin profilini iyileştirmekle kalmayacak, aynı zamanda doğal mikro element içeriğini de önemli ölçüde artıracakı vurgulanmaktadır. Günümüzde gıda endüstrisinin mor buğday yakından takip etmesinin sebeplerinin başında protein bileşimlerinin kolay sağlanması ve ürün stabilizasyonu yer almaktadır. Herhangi bir un ve unlu mamulün yapımında mor buğday kullanımı, hamur kalitesini yükseltmekle kalmaz, bunun yanı sıra ciddi oranda mikro element niteliğine katkı sağlamaktadır (Tian vd., 2018).

Mor buğday ile üretilmiş farklı gıda ürünleri de mevcuttur. Güneydoğı Asya’da bulunan gıda üreticileri, mor buğdayı erişte ve ekmek gibi tahıl ürünlerinin yapımında kullanmaktadır. Ayrıca mor buğday kullanılarak kraker ve granola (kahvaltılık gevrek) üretildiğı belirtilmiştir (Gamel, 2019).

1.8. Cips

Gelişen dünya standartlarında, insanoğlunun tüketim ve beslenme alışkanlıkları da farklılık göstermektedir. Gıdaya duyulan ilgi, ihtiyaç ve uygun muhafaza yöntemlerine bağılı olarak kolay ambalajlanmış ve kolay ulaşılabilen besin ürünleri tercih edilmektedir. Hayat şartlarının artık eskisinden daha hızlı olması, yoğun tempodaki yaşamsal faaliyetler; insanları kolay ulaşılabilen, kolay tüketilebilen, hızlı besin öğelerine yöneltmektedir. Günlük hayatta çok kolay bir şekilde erişilebilen, ekstra bir işleme tabi tutulmadan yiyecek

olarak kullanılabilen, uzun süre bozulmadan muhafaza edilebilen, rahat taşınır gıdalar artık önem arz etmektedir (Yüksel 2014; Durmaz, 2019). Beslenme alışkanlıkları dikkate alındığında, bu tür besinlerin başında çerez sektörü, cips sektörü, bisküvi sektörü vb. gıda türevleri gelmektedir (Topuz, 2011). Yeryüzündeki birçok ülkede ve Türkiye’de tüketimi bakımından çerez türevi besinlerin arasından en çok ilgi gören ürünler patates kaynaklı veya mısır kaynaklı cipslerdir. Buna bağlı olarak cips üretiminde hammadde patates, mısır diye bir genelleme yapılabilir. Ayrıca cips sektöründe farklı alternatif ürün gelişimine bağlı olarak buğday kullanımı da son zamanlarda hız kazanmıştır. Günlük hayatta artık insanlar sağlık açısından iyi, natürel, katkı maddelerinin az olduğu veya hiç olmadığı besin ürünlerine doğru bir eğilimdedirler. Tekstürel özellikler gıda sanayinde önem arz etmekte olup çerez ve türevi besinler, cips ve türevlerinde; görünüş, şekil, yapısal olarak proses sonrası deformasyona uğraması bazı olumsuz durumların başında gelmektedir (Yüksel, 2014). Gıda endüstrisinde cips üretimi günden güne artış göstermektedir. Bununla doğrusal bir biçimde cips tüketimi de hayatın her alanında artış göstermektedir. Üretim açısından gıda alanında farklı cips yapım seçenekleri bulunmaktadır. Bunların başında derin yağda kızartma işlemi gelmektedir. Yağ ile kızartılan cips son ürünü, kütlesinin % 30 ‘u kadar yağ barındırmaktadır. Oransal veri olarak bakıldığında insanı tok tutabilecek bir değer olarak göze çarpsa da diğer yandan pek sağlıklı sayılmaz çünkü bazı olumsuz durumları beraberinde getirebilmektedir. Çağımızda az miktarlarda yağ içeren, kalori değerleri az olan besinlerin rağbet görmesi, az yağlı besinlere yönelimi arttırmıştır (Durmaz, 2019).

Hayatın her alanında rahat tüketilebilen ve pratik besin ürünlerine ihtiyaç duyulmaktadır. İnsanlar evde, işte, okulda, maç izlerken vb. birçok aktivite sırasında bu pratik gıdalara başvururlar. Bunların başında da cips ürünleri gelmektedir (McCarthy, 2001). Cipsi gözümüzün önüne getirdiğimizde incemsi, dairesel veya üçgen bir şekilde biçimlendirilmiş bir gıda ürünü aklımıza gelmektedir (Yüksel, 2014). Cipsin tarihsel süreci incelendiğinde 1850 seneleri, patates türevli cipsler için başlangıç kabul edilebilir. Daha da spesifik bir şekilde açıklayacak olursak cips, Amerika Birleşik Devletleri’nin Saratoga beldesinde ilk olarak üretilmiştir. Bu coğrafyada yemek sektöründe hizmet veren bir mağazaya gelen müşterinin, patates kızartmalarının gereğinden fazla kalın olduğunu ve bu durumun düzeltilmesi gerektiğini bildirmesiyle başlayıp, aşçı tarafından bu istekler doğrultusunda ince ince kesilmiş patateslerin yağ ile kızartılması sonucu cips üretimi gerçekleşmiştir. İki kişi arasında geçen bu diyalogun, cips üretiminde başlangıç-milat olarak kabul edilmesi oldukça ilgi çekmektedir (Yüksel, 2014; URL-6).

Cips tüketimi denilince akla ilk olarak çocuk yaşları gelse de, ileri yaştaki gençler ve yediden yetmişe herkesin ilgisini çeken; lezzet bulduğu, tüketiminden hoşlandığı bu besinlerin besin alanındaki ekonomik verileri 60 Milyar dolar civarında olduğu belirtilmiştir. Gıda endüstrisinde çerez-cips grubunda derin yağda kızartma prosesi oldukça göze çarpmaktadır. Yeryüzünde, birçok milletin bu tür gıda ürünlerine bile farklı metotlar uygulayarak, farklı şekilde tüketim olanağı varken; Türkiye’de bu gıda ürünleri çoğunlukla derin yağda kızartma işlemi ile gerçekleştirilmektedir (Yüksel, 2017). Beslenme ve tüketim bakımından derin yağda kızartılıp satışa sunulan cipsler; insan sağlığı açısından yüksek yağ içeriği ve kızartma işlemine tabi tutulmaları dışında, yararlı besinler olarak bilinirler. İnsan hayatına bu denli giren cips, günden güne daha da etki alanını arttırarak değişimlere uğratılmaya çalışılmaktadır. Daha dikkat çekeceği ön görülerek yapılan işlemlerin başında ekstrüzyon gelmektedir ki tekstürel açıdan daha albenisi yüksek bir biçim-şekil oluşmaktadır. Diğer yandan cips ürünlerine aroma, tat vb. özelliklerin kazandırılması için de gıda katkı maddeleri kullanılabilir (Yağcı ve Göğüş, 2008).

Yapılan çalışmalar sonucu Amerika Birleşik Devletleri’nde 2001 senesi verileri göz önüne alındığında, hasadı yapılan patateslerin yarısı Gıda sanayisinde temel madde haline gelmiştir. Belirli gıda ürünlerine dönüştürülen patateslerin, toplamının 1/5 oranının cips sektöründe kullanıldığı bildirilmiştir (Pedreschi vd., 2011). Türkiye’de bireylerin cips tüketim miktarı, senelik bazda 1 kilogram’a yakındır. Avrupa’ya baktığımızda bu istatistiksel veriler 5 kilogramı gösterirken, A.B.D. 9 kilogram olduğu bildirilmiştir (Yüksel, 2014). Ülkemizdeki cips tüketim miktarlarının Amerika ve diğer Avrupa ülkelerine kıyasla daha düşük oranda olması beslenme gelenekleriyle ilişkilendirilebilir. Ülkemizin yerel ve yöresel lezzetleri, evde hamur işi pasta-kek-çörek gibi gıdalara olan ilgiden dolayı bu sayısal verilerin az olduğu saptanmaktadır (Yüksel, 2014). Tarımsal faaliyetler açısından Türkiye, tahıl gruplarının yetiştiriciliğinde diğer milletlerden ileri bir düzeydedir (Kayacier vd., 2014). Bu veriler ışığında Türkiye, cips sektöründe de doğrudan veya dolaylı yoldan söz sahibi konumundadır. Cips sektöründe farklı, alternatif ürün arayışı besinsel açıdan yeni ürünlere yelken açmayı sağlamıştır. Buğday cipsi, çok tahıllı cips, meyve veya sebze aromalı kızartma işlemine tabi tutulmuş lifli cips çeşitleri bunların bazılarındandır. Çocuk, genç, yaşlı her türlü yaş grubundan bireylerin tercih ettiği, isteyerek arzuladığı cips ürünlerinin bazı negatif yönleri mevcuttur. Bu negatif durumların başında fazla yağlı olması, kızartmaya bağlı meydana gelen bileşikler, tuz içeriğinin fazla olması gelebilmektedir. Bunların da insan sağlığını doğrudan etkilediği vurgulanmaktadır.

İleri düzeyde tüketimin neticesinde bireylerde obezite hastalığı ilk göze çarpan olumsuzluktur. Araştırmalar bir konuyu daha gözler önüne sermektedir ki, günlük beslenmenin hemen hemen yarısının ‘kalori’ cips ve türevlerinden kaynaklandığı yönündedir (Bilman vd., 2010). Bunun yanı sıra yüksek miktarlarda cips-çerez tüketmek; kalp ve damar hastalığı, karaciğer hastalığını tetiklemekte olduğu belirtilmiştir. Asya ülkelerinden olan Tayland, bu konuda bazı araştırmalara öncülük etmiştir. Çerez türevli besinlerin sodyum miktarları incelenmiştir ve bu oranın çerezlerde 2,0 mg/100gram ve üstünde değerler olduğu saptanmıştır. Normal şartlarda bu değerin bireylerde günlük 1-3 mg arası düzeylerde olması gerektiği bildirilmiştir. Sodyum miktar düzeyinin fazla olduğu besinlerin tüketimi, yüksek tansiyon rahatsızlıklarına yol açabileceği de ön görülmektedir (Tangkanakul vd., 1999). Ülkemizde TSE’ye göre; cipslerin nem miktarları en fazla %3, yağ miktarları en fazla %40, tuz miktarları en fazla %2 olmalıdır. Cips ürünlerinde herhangi bir kusur veya sorun varsa, bu oran %5’i, kırılmış cips oranı ise %15’i geçmemelidir (Anonim, 2011). Araştırmalar göstermektedir ki, kitle iletişim araçları pazarlama ve reklam açısından ciddi bir öneme sahiptir. Bu durum birçok gıda ürünü ve cips ürünlerini de kapsamaktadır. Daha çok küçük yaş gruplarını etkisi altına alan, albenisi yüksek reklamlar cipse duyulan ilgiyi ikiye katladığı belirtilmiştir (Halford, 2004). Gıda sanayisinde cips ürünlerinin günden güne daha iyi seviyelere getirilmesi, insanlara daha sağlıklı ve güvenilir besinlerin ulaştırılması hedeflenmektedir. Bunların başında cipslerdeki yağ oranının düşürülmesi, akrilamid düzeyinin aşağıya çekilmesi, istenilen tekstürde ürünlerin yapılması, daha uzun ömürlü ürün gelişimi gibi çalışmaların yer aldığı belirtilmektedir (Yüksel, 2014).

1.9. Cips Ürünlerinde Yağ

Derin yağda kızartma yöntemi, insanlar tarafından en çok ilgi gören ve kullanılan yöntemdir. Bunun sebebi, bu yöntemde bireyler tarafından istenilen yüzey kırırlığının sağlanması; sıcaklığa bağlı olarak besinde oluşan ve gıdaya tat-aroma veren bileşenlerin meydana getirdiği lezzet ile açıklanabilmektedir. Pişirme sistemlerinin tarihsel süreci göz önüne alındığında, kızartma yöntemi; insanlara gerek besinlerin tüketim olarak kolaylığını, gerekse de raf ömrünün uzun zamanlı olmasını sağlamaktadır (Cankurtaran, 2012). Diğer yandan bu tip kızartma işleminde hangi yağ çeşidinin kullanıldığı da önem arz etmektedir. Kızartma işlemine tabi tutulan besinlerin, tüketicinin beğenisini kazanmasındaki bir diğer

etken ise muhafaza süresi, yeri ve bu zaman diliminde oluşan aromalardır. Kullanılan yağlardaki doymamış yağ asidi oranı, olası bir oksidasyon tepkimesinin önlenmesini sağlamaktadır. Bazı çalışmalar şunu belirtmektedirler ki; kızartmaya uygun olacak yağ çeşitlerinin oleik asit miktarının fazla, linoleik miktarının ise az olması kanaatine varmışlardır. Avrupa Ülkelerinden bazılarında bu durum kodekslere kadar taşınmaktadır. Bazı ülkelerin gıda prosedürlerine göre kızartma işleminde kullanılacak yağ türlerinin olası doymamışlık seviyelerini yukarı çeken linoleik asit miktarının %2 ve üstünde olması istenmemektedir (Tekin ve Karabacak, 1998). Yapılan farklı bir araştırmada hidrojenize edilmiş yağlar ile hazırlanan kızartma türü besinler, işlem sonunda pek bir değişikliğe uğramadığı bildirilmiştir (Krokida vd., 2001; Mellema, 2003). Cips üretiminde, özellikle kızartma işleminde en çok kullanılan yağ çeşidi palm'dir. Fiyat olarak ucuz bir yağ çeşidi olduğu için ve doymuşluk düzeyi fazla olduğundan, cipslerin üretiminde tercih edilmektedir (Metha ve Swinburn, 2001). Gıda sektöründe, cips ve benzeri ürünlerin yağ nitelikleri oldukça kıymetlidir. Pişirme esnasında 'kızartma' kullanımı söz konusu olan yağların spesifik niteliklerinin yanı sıra, son ürün açısından emilen yağ değeri de gözlenmelidir. Gıda endüstrisinde cips ürünlerinin fırınlama işlemi, ekstrüzyon işlemi, derin yağ ile pişirilmesi; ürünün beslenmeye hazır hale gelene kadar geçtiği bazı evrelerdir (Yüksel, 2014). Cips ürünlerinin fiziksel görünüşleri, iriliği en son aşamada yapısında bulunan yağ oranı ile ilişkilendirilebilmektedir. Cips üretimi yapılırken dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise kızartma işleminin 160°C'nin üstünde ve 200°C'nin altındaki uygulamalarda, söz konusu besinin içerisindeki su oranının bilinmesidir. Bunun nedeni, üretim esnasında sıcaklığın fazla ve uzun süreli olması cipslerin fiziksel görünüş, biçim deformasyonuna zemin hazırlamaktadır. Bu durumları göz önüne alıp sıcaklık düzeylerinin aşağıya çekilmesi durumunda ise cipslerin yağ emilim oranının artmasına yol açmaktadır. Tüm bu bilgiler ışığında cips üretiminin kızartma ile yapıldığında, sıcaklık ve süre bizlere yağ emilimi ile doğrusal bir ilişki halinde olduğunun ispatıdır (Metha ve Swinburn, 2001).

Yapılan çalışmalarda buğday hammaddeli cips ürünlerinin uygun olduğu pişirme-kızartma süre ve sıcaklığı 50 saniye, 180°C'dir. Fakat bazı araştırmalarda buğday hammaddeli cips üretiminde en iyi şartlar 40 saniye ve 170°C olduğu saptanmaktadır (Kayacier vd., 2014). Durmaz (2019) da yaptığı bir çalışmada buğday cipsine evsel atık patates kabuklarını eklemiştir. Son ürünlerdeki yağ oranını yaklaşık % 40 oranında azalttıklarını bulmuşlardır.

Gıda sanayisinde, derin yağda işleme tutulan kızartılmış besinlerin başlıca olumsuz yönlerinden bahsedilecek olunursa; sıcaklığın fazla olması, kızartma işleminde kullanılacak yağ çeşidinin oksitlenmesi ve deforme olması, sıcaklığın artmasına bağlı olarak üründe besinsel açıdan zayıflama, fazla sıcaklığa bağlı olarak insan sağlığını tehdit eden akrilamid oluşumu, ürünlerin yağ emiliminin yükselmesidir (Durmaz, 2019).

Cips ve çerez tipi gıdalarda, doymuş yağ oranı ciddi anlamda yüksektir ve bu da kalp-damar hastalıkları başta olmak üzere, obezite vb. birçok hastalığa neden olabilmektedir. Sadece cips ürünleri için değil, diğer gıdalarda da yağ oranı fazla olursa bazı sağlık sorunları meydana gelebilmektedir. Bu sebepten ötürü bilim insanları yağ oranı düşük olan cipslerin üretilmesi gerektiğini belirtmektedirler. Cips ürünlerinde yağ azaltma için yapılan için yapılan bazı çalışmalar şunlardır; kaplama materyalleri kullanma, kızartma sıcaklık ve süresini ayarlama, yağ benzeri maddeler ile kızartma, kızartma öncesi ve sonrası uygulanan işlemler, kızartmalık yağların optimizasyonu ve ürün içi nem azaltma uygulamaları (Lumanlan vd., 2020)

Kızartma işleminde yağ emilimi ciddi sıkıntıların başlangıcı kabul edilmektedir. Cips üretiminde, derin yağda kızartma yöntemi kullanılmış besinlerde yağ emiliminin aşamalarından söz edilecek olunursa; ürün pişirilmeye hazır hale gelince, derin yağ içerine konulur. Burada besinin yapısındaki boşluklarında su vardır ve bu su yağ ile karışmamaktadır. Yağ bu durumda cipse doğrudan nüfuz edemez. Sıcaklığın yükselmesine bağlı olarak cips ürünlerinin boşluklarındaki ‘gözenekli yapı’ su uçar, buharlaşan su kabarcıkların çıkmasına neden olmaktadır. Cipslerin yüzeylerinin ısı miktarı yükselir, kızartmada kullanılan yağın ki azalır. Sıcaklığın gitgide artmasına bağlı olarak cipslerin sertleşmesi meydana gelir. Cips ürünleri derin yağda kızartıldıktan sonra, gözeneklerinde basıncın azalmasının nedeni sıcaklığında azalmasıdır. Bu durumdaki cipslerin dış yüzeyindeki yağların, cipslerin içine doğru nüfuz etmesi söz konusudur. Buna bağlı olarak cipsler derin yağda kızartma işlemine tabi tutulduktan sonra, gıdanın hareket ettirilmesi ve yüzeyinde yağ kalmaması olası bir emilimi engelleyecek veya azaltacaktır (Mellema, 2003; Yuksel, 2014; Durmaz, 2019).

Cips ürünlerinin son aşamada az miktarda yüzeyinin nemli olması arzulanır. Bu durum kaplama işlemi ile gerçekleştirilebilmektedir. Son ürüne yenilebilir film kaplama tekniğine benzer bir kaplama uygulanması bu olumsuzlukları azaltmak için geçerli bir yöntem sayılabilmektedir. Kullanılacak yağın çeşidi ve niteliği de yağ absorblanmasını etkileyebilmektedir (Durmaz, 2019).

1.10. Cipslerin Derin Yağda Kızartma İle Üretim Tekniği

Cips üretimi yapılırken kullanılan derin yağda kızartma yöntemini 2 başlık altında toplayabiliriz. Bunlar derin yağda kızartılarak veya sığ kızartılarak uygulanabilmektedir. Öncelikle sığ kızartma yönteminden bahsedilecek olunursa, kızartmanın yapılacağı temas alanı ile işleme tabi tutulacak besin ürününün ortasında az miktarda yağ olmalıdır. Bu uygulamanın bazı dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin işleme tabi tutulan besinlerin tek yüzü pişirilirken diğer taraflar daha az kızartılmakta ve totalde ürünün tamamında benzer bir kızartma söz konusu olmamaktadır. Besin ürününün tamamen benzer oranda kızarması için derin yağda kızartma yöntemi daha cazip ve kullanışlıdır. Burada sıcaklık besin ürününün her yerine eşit miktarda iletilmektedir (Gamble vd., 1987). Gıda Endüstrisinde, cips üretimi yapılırken söz konusu iki teknikten derin yağda kızartma daha fazla rağbet görmektedir. Bunun sebebi cipslerde istenilen görünüş, tat, vb. tekstürel özelliklerin daha uygun olmasından kaynaklanmaktadır. Buna bağlı olarak, gıda sanayisinde derin yağda kızartma işlemi sıklıkla kullanılmaktadır. Derin yağda kızartma işleminde, besinler sıcaklık aralığı 150°C ile 200°C arasındaki yağ ile kızartıldıktan sonra, bu ürünlerin çabuk pişmesi ve tüketime hazır hale gelmesi sağlanmakla beraber; tüketicinin damak zevkine uygun renk, aroma, gevreklik kazanmaktadır (Krokida vd., 2000). Derin yağda kızartma yöntemi uygulanırken, üründe olan veya olabilecek patojenik mikroorganizma kontaminantının önlenmesi sağlanır. Diğer yandan bu yöntem, seneler öncesinden beri gıda üretimlerinde kullanılmakta, hatta ev yapımı gıda ürünlerinin hazırlanmasında bile insanlar tarafından tercih edilmektedir (Moreira vd., 1995).

1.11. Cips Ürünlerinde Akrilamid

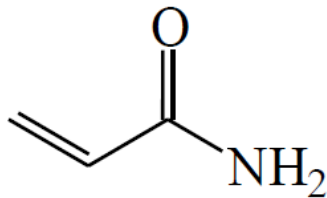
Bazı gıda ürünlerin yapılarındaki karbonhidrat oranları oldukça fazladır. Bu tür besinlerin, yüksek sıcaklıklarda pişirilmeleri sonucu meydana gelebilecek; kanser yapmaya eğilimli zararlı bileşenler listesinde yer alan maddelerden birisi akrilamid olarak tanımlanmaktadır. Günlük hayatta tükettiğimiz hemen hemen her türlü besinler, akrilamid içerebilmektedir. Bunların başında cips ürünleri, bisküvi ürünleri, ekmek ürünlerinin kırı ve sert bölümleri gibi unlu mamuller gelmektedir. Akrilamid, gıda üretimi sırasında 120°C üstü sıcaklık uygulamasına bağlı olarak meydana gelebileceği belirtildiği gibi uzun

zamanlı kızartmaya bağlı olarak da içeriğinin yükselmesi de söz konusudur (Boroushaki vd., 2010; Taner ve Karaman, 2006).

Özellikle gıda sanayisinde akrilamid ile ilgili bilimsel araştırmalar 21. Yüzyıl'ın başlarına dayanmaktadır. Dünya üzerinde birden fazla bilim insanı, akrilamidin karbonhidrat içeriği fazla olan besinlerin yapım aşamasında (pişirme-kızartma) sıcaklığın gereğinden fazla olmasıyla ilişkilendirmişlerdir (Ahn vd., 2002; Serpen, 2010). Isıtma işlemi uygulanan besinlerde, besinlerin içeriğinde var olan aminoasitler, (zellikle asparajin) indirgen şeker derişimi, kızartma yapılan alanın sıcaklık ve pH, besinlerin su aktivite değerleri olası bir akrilamid varlığı için temel faktörler olarak bildirilmektedir (Hedegaard vd., 2008).

Gıdaların, özellikle tahıl ve türevlerinde oldukça fazla bulunan bir aminoasit çeşidi olan asparajin; indirgen yapıdaki şeker ile tepkimeye girerek akrilamid varlığına zemin hazırlayabilmektedir (Claus vd., 2008; Taner ve Karaman, 2006). Yapılan alışmalar sonucu, buğday ununda asparajin miktarı 6,22 mg/100g olarak bulunurken; mısır ununda bu miktar 4,28 mg/100g olarak belirlenmiştir (Barutçu vd., 2008). Tian vd., (2018) de farklı öğütme teknikleri ile elde ettikleri mor buğday ununun amino asit içeriğindeki asparajin miktarlarını % 0.98 ile %1.32 arasında tespit etmişlerdir.

Buğday ekmeğinde akrilamid oranı için yapılan bir araştırmada, ekmeğin formülasyonuna asparajin ilave edilmiş ve akrilamid düzeyinin yükseldiği tespit edilmiştir (80-6000 $\mu\text{g/kg}$). Diğer yandan formülasyona fruktoz ilave edilmiş ancak akrilamid seviyesinde bir değişme görülmediği belirtilmiştir. Pişirme işlemi gerçekleştirilirken, sıcaklık ve süre artışının akrilamid seviyesini yükselttiği (10-1900 $\mu\text{g/kg}$) belirtilmiştir (Surdyk vd., 2004).



şekil 1.2. Akrilamidin kimyasal yapısı (Yuksel, 2014).

1.12. Yanıt Yüzey Yöntemi

Yanıt yüzey yöntemi Box ile Wilson tarafından 1951 yılında geliştirilen bir yöntemdir. Birçok dalda yapılan çalışmalarda kullanıldığı gibi günümüzde gıda mühendisliği dalında da özellikle optimizasyon çalışmaları başta olmak üzere kullanımının arttığı belirtilmiştir (Yuksel, 2014). Genel anlamda yanıt yüzey yönteminin tanımı ise; mevcut proseslerin ilerlemesi, gelişimi, sürdürülebilirliği ve optimizasyonu göz önüne alınarak gereken matematiksel ve istatistik verilerin, beraber kullanıldığı bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Yanıt yüzey yöntemi genel anlamda 3 kademedен meydana gelmektedir ve bunlar eleme denemeleri, bölge araştırması ve ürünün optimizasyonu olarak bildirilmiştir. Birinci kademe eleme denemeleri, düşük sayıda ve yüksek randımanlı asıl denemenin uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Bir sonraki kademe ise hedef, eleme denemeleri ile daha önce belirlenen mutlak değişkenlerin sistem sonucuna bağlı değerlerinin, optimal düzeyde etkilere sahip olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir. Üçüncü kademe de ise, işlemin optimal düzeye yaklaştığında başlamaktadır. Asıl yanıt fonksiyonları optimal seviyelerde anlamlı bir eğri vermektedir. Söz konusu eğriliğin varsayımlarında lineer olmayan polinomiyal modeller ve üssel modeller kullanılmaktadır. Elverişli bir model oluşturulduktan sonra, optimum düzeyin incelenmesinde kullanımı sağlanmaktadır (Koç ve Ertekin, 2009). Yanıt yüzey yönteminin başlıca avantajları; düşük maliyet sağlaması, sürecin hızlanması ve verimin yüksek olmasıdır. Süreç boyunca bağımsız değişkenlerin, söz konusu etkisini spesifik veya bir bütün olarak açıklanabileceği bildirilmiştir (Hayıt ve Gül, 2019).

Yanıt yüzey yöntemi uygulanırken deneyde kullanılacak tasarımların belirlenmesi gerekir. Buna bağlı olarak birden fazla deneysel tasarım modellemeleri bulunmaktadır. Central composite, Box-Behnken ve Doehlert dizayn bunlardan bazılarıdır. Bu modelleme tasarımları, farklı proseslerde optimizasyonu yakalamak için kullanılmaktadır. Bu tasarımlar içerisinde özellikle Box Behnken yönteminin daha yüksek ve verimli matrisler sağladığı için günümüzde ilgi odağı haline geldiği belirtilmiştir (Bezerra vd., 2008).

Yanıt yüzey yönteminin başında gelen tasarımlardan biri olan Box-Behnken dizaynı esas olarak deney noktaları, merkez noktalarına eşdeğer mesafede olan 3 düzeyden oluşan çarpınım modellemelerini esas almaktadır. Box-Behnken dizaynının asıl ehemmiyeti, yüksek şartlarda yapılan analizlerden sakınmasının yanı sıra bütün değişkenlerin benzer koşullarda en üst ve en alt sınırlardaki birleşimlerini içermemesidir (Ferreira vd., 2007). Bu

tekniknin çeşitli değişkenlerin örnek üzerindeki reaksiyon etkileşimlerini aynı anda gözlemleyerek, doğrusal etkileşimlerin hesaplanması amacıyla kullanılan en iyi yöntem olarak göze çarptığı bildirilmiştir (Salinas vd., 2012). Yapılan bazı deneysel çalışmaların tasarım modellerinde söz konusu değişken faktörlerin durağan olduğu ve sonuç kısmında değişkenlerin etkileşimleri bir kombinasyon halinde göz önüne alınamadığı vurgulanmıştır. Ama yanıt yüzey yöntemi sayesinde bundan sonra değişkenlerin kompleks etkileşimleri ile ilişkileri değerlendirilebilir ve göz önüne alınabilir bir hal almıştır (Oba, 2012). Uzun süren deneysel çalışmalarda araştırmacıların çoğunun ortak sorunu, analizlerin uzun bir zamana yayılması ve yüksek maliyetlere yol açmasıdır. Bu durum gıda mühendisliği dalı ile ilişkilendirildiğinde söz konusu çalışmaların yanıt yüzey yöntemi sayesinde daha hızlı ve düşük maliyetlerde olacağı belirtilmiştir (Yuksel, 2014). Yanıt yüzey yönteminin tanımı kısaca bir cümlede toparlanacak olunursa, birtakım matematiksel ve istatistiki yöntemlerin bağımsız değişken parametreler ile yanıt arasındaki etkileşimin tanımlanmasında kullanıldığı işlemler olarak ifade edilebilir (Baş ve Boyacı, 2007).

Yanıt yüzey yönteminde birinci ve ikinci dereceden polinomiyal denklemlerin kullanımı, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin etkileşimini ve iletişimini göz önüne sermektedir. Buna bağlı olarak aşağıdaki eşitlikten (1.1) faydalanılmaktadır.

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) + \epsilon \quad (1.1)$$

Bu formüle göre;

Y: Yanıt

f: Bağımsız değişkenlerin sürekli fraksiyonları

n: Bağımsız değişkenlerin sayısı, ϵ : hata olarak belirtilmiştir (Bezerra vd., 2008).

Yanıt yüzey yönteminin optimizasyon metodu olarak nitelendirilip uygulanması için bazı aşamalar aşağıda belirtilmiştir.

- Bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve söz konusu deneme limitlerinin seçimi
- Deneme için bir tasarım modeli seçimi ve uygulanması
- Öğrenilen bilgilerin matematiksel-istatistiki veriler ile polinomiyal fonksiyonlara işlenmesi
- Söz konusu modelin uygun olup olmadığının yorumlanması
- Sonuçları doğrulamak
- Tüm değişkenler için optimum limitlere ulaşılması (Bezerra vd., 2008).

Yanıt yüzeyi yöntemi genellikle model ve regresyon ile desteklenerek oluşturulur. Herhangi bir faktörün temel etkisinin, yanıt değişkeninde ne kadar öneme sahip olduğuna regresyon katsayıları ile ulaşmak mümkündür. Yanıt yüzeyi yönteminde öncelikle, yanıt değişkenine etki eden faktörler belirlenmeli ve limit-düzeyleri bildirilmelidir. Regresyon modellemesinin meydana gelebilmesi için bahsedilen bu iki ölçütün belirleyici nitelikte olduğu vurgulanmaktadır (Kul, 2004). İki seviyeli faktör bulunduran deneme düzenleri ise 2^k faktöriyel deneme düzeni olarak tanımlanmaktadır ve 1. dereceden modeller olarak kabul edilirler. Buna bağlı eşitlik (1.2) aşağıdaki gibidir (Mead ve Pike, 1975).

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \varepsilon \quad (1.2)$$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ve β_{12} sabit, doğrusal terimlere, karesel terimlere ait regresyon katsayıları olarak ifade edilir; x_1, x_2 ise bağımsız değişkenleri simgelemektedir.

Bir 2^k faktöriyel denemeyi bölümlere ayırarak sayı olarak az olan verilerden 1. dereceden model meydana getirilebilmektedir. Bunun yanı sıra sayıca fazla olan faktörlerden ve sayıca az olan veriler göz önüne alınarak oluşturulan Plackett- Burman deneme düzeni de 2^k faktöriyel deneme düzenlerinin içerisinde yer almaktadır. Birinci dereceden bir modellemede optimum seviyeye ulaşmak için doğrusal anlamda dik bir artma veya azalma yöntemine başvurulmaktadır. Faktör seviyeleri 3 olan deneme dizaynları karesel bir yapıda olup, karesel etkileşimleri ve 2. dereceden terimleri de barındırabilmektedir (Mead ve Pike, 1975).

Bunlara 2. dereceden modelleme adı verilmektedir. Buna bağlı eşitlik (1.3) gösterilmiştir (Mead ve Pike, 1975).

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_1 x_1^2 + \beta_2 x_2^2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \varepsilon \quad (1.3)$$

Gıda sanayisinde kaliteli niteliklere sahip bir ürün meydana getirmek oldukça zor, zahmetli ve yüksek maliyetlidir. Yanıt yüzey yöntemi işte tam bu noktada bilgiyi, analizlerle destekleyip uygulanabilir bir hale getirilmesini sağlamaktadır (Doğan ve Okut, 2003). Yanıt yüzey yönteminden faydalanan başlıca araştırmalar veya alanların arasında fermantasyon, kristalizasyon, kurutma, ekstrüzyon ve enzimatik çalışmalar sayılabilmektedir (Yuksel, 2014).

1.12.1. Box-Behnken Deneme Düzeni

1980 yılında Box ile Behnken tarafından bulunmuştur ve 2. dereceden yanıt seviyelerinde model oluşturmada önemli bir etkiye sahiptir. Denge halinde henüz tamamlanamayan blok denemeler üzerine geliştirilmiş bir düzendir. Modelde bulunacak faktörlerin üç seviyeli olmaları gerekmektedir. Box-Behnken deneme düzeni göz önüne alındığında faktörlerden tekinin değer merkez değerinde sabitlenirken geriye kalan faktörlerin hepsine düzeylerinin kombinasyonları uygulanmaktadır. Tablo 1.5’de belirtildiği gibi ilk olarak C düzeyinin faktörü sabitlenerek, A ve B faktörlerinin bütün kombinasyonlarına uygulanmaktadır. Buna ek olarak işlemler aynı şekilde B ile A faktörlerinin düzeyleri sabitlenerek uygulanmaktadır. Düzen matrisinin son sütununda merkez nokta verileri yer almaktadır (Tekindal, 2009).

Tablo 1.5. Üç faktörlü Box-Behnken deneme düzeni (Tekindal, 2009).

Sıralama	Box-Behnken Deneme Düzeni		
	A	B	C
1	-1	-1	0
2	1	-1	0
3	-1	1	0
4	1	1	0
5	-1	0	-1
6	1	0	-1
7	-1	0	1
8	1	0	1
9	0	-1	-1
10	0	1	-1
11	0	-1	1
12	0	1	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

1.13. Çalışmanın Amacı

Cips sektörü gün geçtikçe yeni ve alternatif bir cips ürünü ile tüketicilerin karşısına çıkmaktadır. Hayatımızın her alanında olduğu gibi cips sektörü de hızlı hayat akışına ayak uydurmak zorunda kalmaktadır. Aksi takdirde piyasada tutunamayan ve yok olan firmalar arasına yenileri eklenmektedir. Bu kapsamda sürekli ar-ge çalışmaları yaparak müşterilerini memnun etmek için yoğun çaba içerisindeyler. Fakat bu yoğun çaba müşterilerinin sağlığını düşünmeden hareket etmelerine sebep olmakta ve cips ürünlerin tüketimi ile insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen birçok negatif durum oluşmaktadır. Yüksek yağ içeriği, kızartılmış ürünlerde oluşan akrilamid gibi kanserojen bileşenler, yüksek karbonhidrat içeriği ve tuz gibi sorunlar cips tüketiminin başındaki problemlerdir. Sektörün içerisindeki firmaların hayatiyetlerini devam ettirebilmeleri için üretmiş olduğu alternatif cips ürünlerine karşı bilim dünyası da birçok çalışma yaparak hem üreticiyi hem de tüketiciyi koruyan bir yaklaşımla alternatif ürünler ortaya koymaya çalışmaktadır. Bu kapsamda fonksiyonel bileşenlerce zengin cips ürünleri üretimi bu çalışmaların başını çekmektedir. Mor buğday yüksek oranda biyoaktif bileşenlere sahiptir. Bu özelliği ile tek başına tüketildiğinde ya da başka bir ürün ile birleştirilip tüketildiğinde bu bileşenlerin sağlığa önemli katkılar yaptığı birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Cips sektörünün sürücü güçlerinden biri olan alternatif ve yeni ürün üretiminde buğday cipsi kullanılması son zamanlarda birçok araştırmacının ilgi alanına girmiştir. Mor buğday unundan yapılacak cips ürünü ve ortaya konacak üretim şartlarının bu beklentiye önemli katkı yapacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda Box-Bhenken deneme tasarımı ile mor buğday unu ve ekmeklik buğday unundan cipsler üretilmektedir. Ayrıca üretilen cipslerin duyuusal sonuçları kullanılarak optimizasyonu gerçekleştirilecek ve MBU'nun derin yağda kızartılmış cips ürünü için uygunluğu ortaya konulmaya çalışılacaktır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1 Materyal ve yöntem

Cips elde etmek için kullanılan ekmeklik buğday unu (Nem; ~%12.9: Protein; %11.1: Yağ; % 2.9: Kül; 0.55), mor buğday unu (Nem~%13: Karbonhidrat; %60.8: Yağ; %2.0: Protein; % 15.0: Diyet lifi; %8.5: Tuz; % 0.2) ve kızartma yağı (mısır yağı) ve tuz piyasadan temin edilmiştir.

2.1.1 Yanıt yüzey yöntemi deneme tasarımının oluşturulması

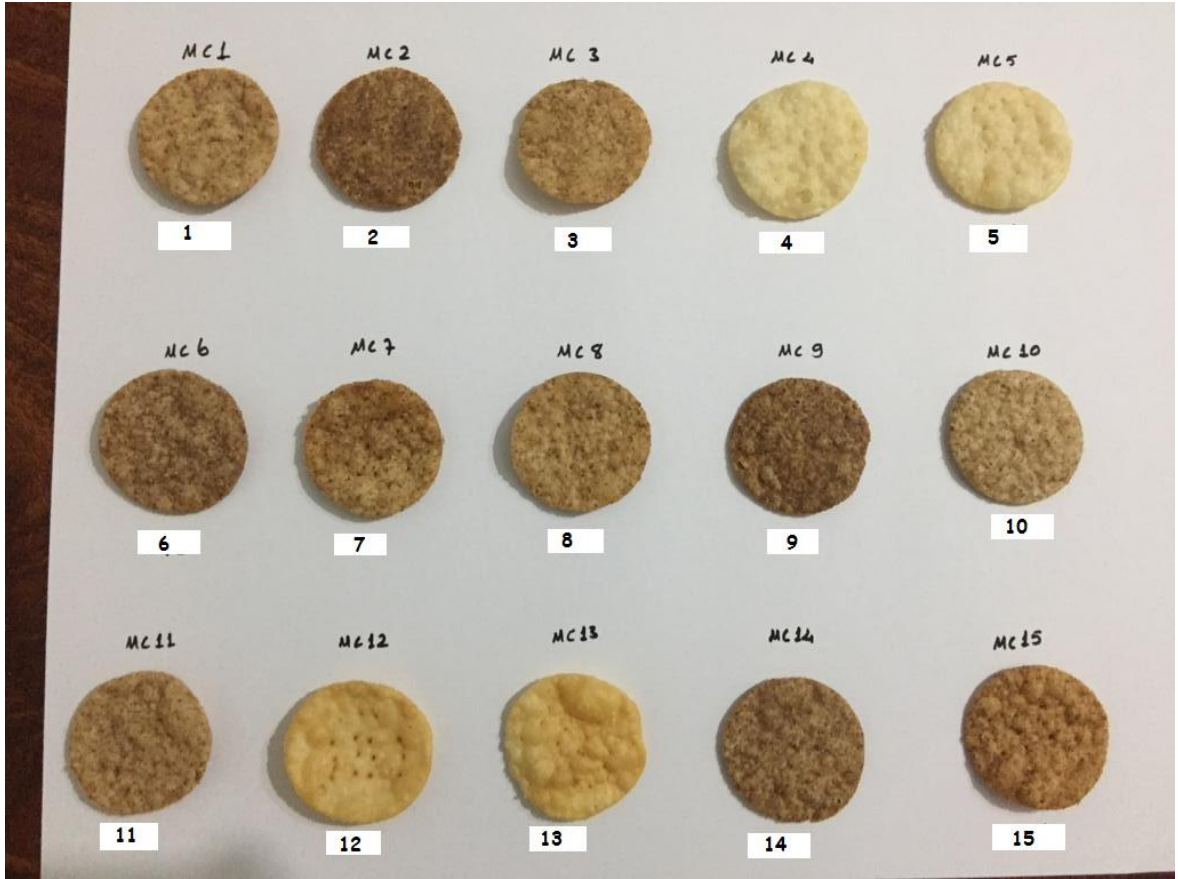
Yanıt yüzey yöntemi proses optimizasyonları kapsamında oldukça yaygın olarak kullanılan bir istatistik tekniğidir. Mor buğday un (MBU) miktarı (g/100 g un), kızartma sıcaklığı (°C) ve kızartma süresi (s) faktör olarak seçilerek oluşturulmuş olan deneme tasarımına göre cips üretimi yapılmıştır. Ekmeklik buğday unu ile MBU kullanılarak üretilen cipsler için uygulanan temel deneme tasarımı Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2. 1.Cips üretimi için yanıt yüzey yöntemi kullanılarak hazırlanan çalışma dizaynı

Örnekler	Kodlu değerler			Reel Değerler		
	A: Kızartma Sıcaklığı (°C)	B:Kızartma Zamanı (s)	C: Mor Buğday Unu (g/100g)	A: Kızartma Sıcaklığı (°C)	B:Kızartma Zamanı (s)	C: Mor Buğday Unu (g/100g)
1	0.00	0.00	0.00	180.00	50.00	50.00
2	1.00	0.00	1.00	190.00	50.00	100.00
3	0.00	0.00	0.00	180.00	50.00	50.00
4	0.00	-1.00	-1.00	180.00	40.00	0.00
5	-1.00	0.00	-1.00	170.00	50.00	0.00
6	-1.00	0.00	1.00	170.00	50.00	100.00
7	0.00	0.00	0.00	180.00	50.00	50.00
8	1.00	-1.00	0.00	190.00	40.00	50.00
9	0.00	1.00	1.00	180.00	60.00	100.00
10	-1.00	1.00	0.00	170.00	60.00	50.00
11	-1.00	-1.00	0.00	170.00	40.00	50.00
12	1.00	0.00	-1.00	190.00	50.00	0.00
13	0.00	1.00	-1.00	180.00	60.00	0.00
14	0.00	-1.00	1.00	180.00	40.00	100.00
15	1.00	1.00	0.00	190.00	60.00	50.00

*Ekmeklik Buğday unu/Mor buğday unu= 100/100 (w/w). Her deneme tasarımı için 1 g/100g tuz.

Yapılan ön denemeler neticesinde cips üretiminde kullanılacak su miktarı 50 ± 5 mL olarak tespit edilmiştir. Tablo 2.1 e göre hazırlanan un formülasyonu MBU homojen olarak (0 g/100g, 50 g/100g, 100 g/100g) oranlarında karıştırılmış (Kitchen Aid, Professional 600 MI, Amerika) ve ardından ön deneme neticesinde belirlenen su yavaş yavaş karışıma ilave edilerek hamur elde edilmiştir (10 dk). Elde edilen hamurlar streç film içerisine konularak yarım saat dinlendirilmesi sağlanmıştır. Ardından örnekler hamur açma makinesinde (Rondo, Doge SS0615, İsviçre) 1.00 ± 0.2 mm inceliğe kadar getirilmiştir. Daha sonra hamurlara yuvarlak şekiller (yarı capı 3.00 ± 0.2 cm) verilmiştir. Şekil verilen örnekler 3 litrelik mısır yağı (Bizim Yağ, Ülker, Türkiye) dolu yağ banyosunda (Mikrotest, Türkiye) Tablo 2.1 deki kızartma şartlarına göre kızartılmıştır. Derin yağda kızartma işlemi sonrası cipsler kağıt havlular üzerine alınarak bekletilmiştir. Elde edilen cipslerin (Şekil 2.1.) fiziksel, kimyasal, tekstürel, besinsel ve duyusal analizleri yapılmıştır. Ayrıca duyusal veriler ışığında yanıt yüzey yöntemi kullanılarak optimizasyon sonuçları elde edilmiştir.



Şekil 2.1. Üretilen cipslerin görünüşleri

2.2. Genel bileşim analizleri

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örnekleri için yapılan genel bileşim analizlerinde AOAC 2000 deki metottan yararlanılmıştır (AOAC, 2000).

2.2.1 Kuru madde tayini

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örneklerinin kuru madde miktarı analizleri şu şekilde yapılmıştır; öncelikle tartım kapları 105 °C de 1 saat bekletilerek sabit tartıma getirilmiştir. Daha sonra örnekler konularak 102±3 °C'ye ayarlı etüvde (Nüve, Türkiye) minimum 3 saat bekletilmiştir (AOAC, 2000). Ardından desikatöre alınan örnekler oda sıcaklığına gelince tartımları yapılarak hesaplama (g/100g) işlemi yapılmıştır.

2.2.2. Kül analizi

Örneklerin kül analizleri için porselen krozelere konulan cips örnekleri öncelikle ön yakma (etanol ile) işlemine tabii tutulmuş ardından 500 °C sıcaklıktaki kül fırınında (Protherm, PLF115M, Türkiye) sıcaklık kademeli artış sağlanarak (her 30 dk da 50 °C lik bir artış) yakılmıştır. Yakma işleminden sonra örnekler desikatörde bekletilmiş ve sabit tartıma gelen örnekler tartılarak kül miktarları g/100g olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

2.2.3. Su aktivitesi

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örneklerinin su aktivitesi tayini için otomatik su aktivitesi tayin cihazı (LabSwift-aw, Novasina AG, Lachen, Almanya) kullanılmıştır ve örneklerin su aktivitesi değerleri 25±3 °C de belirlenmiştir (Yüksel vd., 2020).

2.2.4. Yağ analizi

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örneklerinin ham yağ tayini için örnekler ilk olarak etüvde 105 °C’de 3 saat boyunca bekletilmiştir. Kurutma işleminden sonra örnekler kartuşa tartımları yapılarak Soxhlet cihazına (Büchi, Universal Extraction Unit B-811, İsviçre) yerleştirilmiştir. Organik çözücü olarak petrol eteri kullanılmıştır. Yaklaşık 5 saat süren ekstraksiyon işlemine müteakip Soxhlet kapları 105°C sıcaklıktaki etüvde (~15 dk) bekletilmiştir. Bu işlem sonrası etüvden alınan örnekler desikatöre konularak sabit tartıma gelinceye dek soğuması için bekletilmiştir. Sabit tartıma gelen örnekler tartılarak yağ miktarları g/100g olarak tespit edilmiştir (Durmaz, 2019).

2.2.5. Protein analizi

Örneklerin protein miktarını belirlemek için Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle örnekler Kjeldahl balonuna alınmış ve üzerine katalizör ve H₂SO₄ katılarak ısıyla yakma işlemi (~5 saat) gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemi sonrası elde edilen (NH₄)₂SO₄ distile edilmiştir. Borik asit içine distile edilen (NH₄)₂SO₄, amonyum borat olarak toplanmıştır. Ardından bu çözelti HCl ile titre edilmiştir. Elde edilen azot miktarı 6.25 ile çarpılarak örnekteki protein miktarları g/100g olarak hesaplanmıştır (Silvestre, 1997).

2.2.6. Tekstür analizi

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örneklerinin sertlik analizleri 50 kg yük hücreesine sahip, Kramer kesme hücre eki (HDP / KS-5) ile donatılmış bir Tekstür Analizörü olan TA.XT Plus cihazı (Stable Micro System Ltd., Surrey, İngiltere) kullanılarak yapılmıştır. Analizler, oda sıcaklığında altı tekrar ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler (~3 gr) kramer kesme hücreesine yerleştirildikten sonra analiz gerçekleştirmiştir. Analiz süresince kramer kesme hücresinin bıçakları 5 cm/dk hızla hareket etmiştir. Cips örneğini kırmak için gereken maksimum kuvvet olan kırılma kuvveti (kg), zaman-kuvvet eğrisinden hesaplanarak örneklerin sertlik değerleri tespit edilmiştir. Ölçümler 5 paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Yuksel vd., 2014).

2.2.7. Renk (L*,a*,b*) analizi

Cipslerin renk analizleri (L*, a*, b*) Lovibond marka (RT Series Reflectance Tintometer, İngiltere) renk ölçüm cihazı ile oda şartlarında gerçekleştirilmiştir (sarı-mavi rengini b*, örneklerin yeşil-kırmızı rengini a* ve siyahtan beyaza kadar L* değerlerini yansıtmaktadır) (Yüksel, 2014).

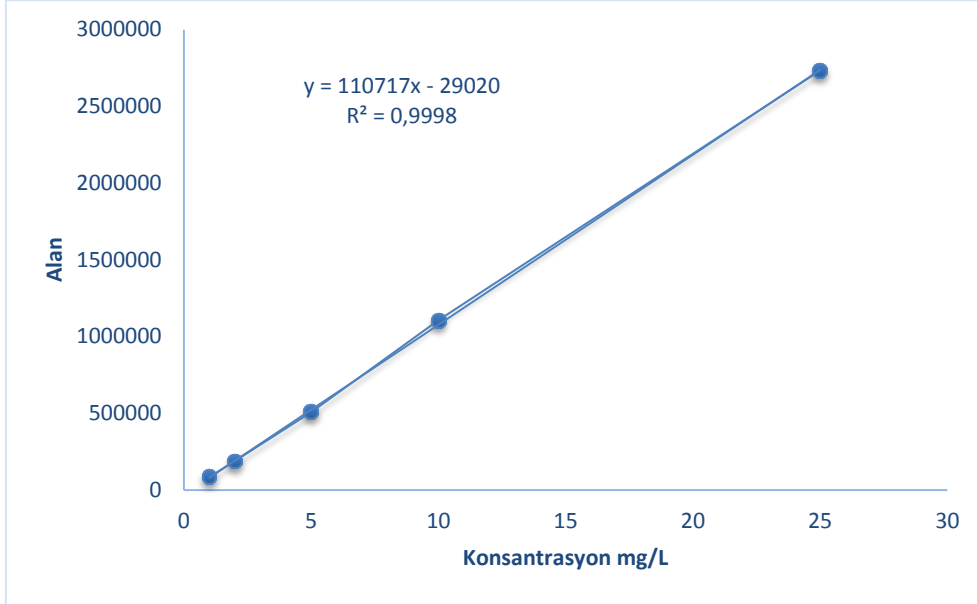
2.2.8. Enzime Dirençli Nişasta analizi

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örneklerinin enzime dirençli nişasta (EDN) içerikleri AACC (2002) tarafından önerilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. Analizde Soxhlet cihazında yağı alınmış numuneler kullanılmıştır. Cips örnekleri öncelikle havanda ezilmiş ve ardından öğütülerek 100 mikronluk elekten geçirilip analize hazır hale getirilmiştir. Ardından örnekler 37 °C'deki çalkalamalı su banyosunda 16 saat süreyle pankreatik alfa-amilaz ve amiloglukozidaz varlığında bekletilmiş ve bu şekilde enzime dirençli olmayan nişastanın enzimler etkisiyle tamamen glukoza parçalanması sağlanmıştır. Reaksiyon eşit hacimdeki sulu etanol ilavesi ile sonlandırılmış ve enzime dirençli nişasta santrifüj işlemi ile pellet olarak çöktürülmüştür. Santrifüj işleminin ardından örnekler iki kez daha etanol (%50 v/v) ile yıkanmıştır. Sıvı faz süzme ile ortamdan alınmış ve pellet yapıdaki dirençli nişasta 2M KOH ile etrafı buz ile çevrili bir ortamda manyetik karıştırıcı kullanımı ile hızlı bir şekilde karıştırılmıştır. Ardından solüsyon asetat tamponu ile nötralize edilmiş ve nişasta kantitatif olarak amiloglukozidaz ile glukoza hidrolize edilmiştir. Glukoz miktarı, glikoz oksidaz/peroksidaz reagenti kullanılarak belirlenmiş ve bu sonuç kullanılarak prosedürde verilen formülasyonlar ile doğrudan dirençli nişasta miktarı hesaplanmıştır (Yüksel, 2019).

2.2.9. Akrilamid analizi

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örneklerinin akrilamid içeriğini belirlemek için Vural vd. (2005) tarafından önerilen metoda göre cips örneklerinde akrilamid analizi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak 30 mL'lik santrifüj tüplerine öğütülmüş cips örneği (2g) tartılmıştır. Akrilamidin geri kazanım tayini için farklı seviyelerde (250, 500 ve 1000 ppb) uygulanmış ve 10 mL metanol ilave edildikten sonra 3

dk homojenize edilmiştir (Ultraturaks, ABD). Santrifüj (10 °C’de 10000 rpm’de 10 dk) işleminden sonra üst faz alınarak temiz bir tüpe aktarılmıştır. Devamında 100’er mL Carez I ve Carez II çözeltileri ilave edilmiş ve santrifüj (10 °C’de 5 dk, 10000 rpm) edilmiştir. Ardından konik biçimdeki cam test tüplerine süpernatanttan 2.5 mL alınarak nitrojen eşliğinde 40 °C’de kurutma işlemi gerçekleştirilmiş ve kalıntı 1 mL ultra destile su ile çözündürülerek vortekslenmiştir. SPE cleanup işlemi için Oasis HLB kartuşları ile şartlandırılmıştır (1 mL metanol ve 1 mL su) ve 1 mL ekstrakt kartuştan geçirilmiştir. Kartuştan geçen ilk yedi ya da sekiz damla alınmamış sonrası ise bir tüpte toplanarak 0.45 µm’lik filtrelerden geçirilmiştir. Ardından akrilamid düzeyleri belirlenmek için yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC-DAD) (Agilent 1100 Series, ABD) kullanılmıştır. Kolon olarak C18, hareketli faz akış hızı 0.4 ml/dk, enjeksiyon hacmi 20 µL, dalga boyu 226 nm, mobil faz %100 su ve sıcaklık 25 °C olarak ayarlanmıştır. Alıkonulma süreleri önceden belirlenmiş olan akrilamid standartları ile karşılaştırma yapılarak örneklerdeki akrilamid miktarı belirlenmiştir. Analizler 2 paralelli yapılırken her paralelden üç enjeksiyon olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.2. Akrilamid analizi için hazırlanan kalibrasyon eğrisi

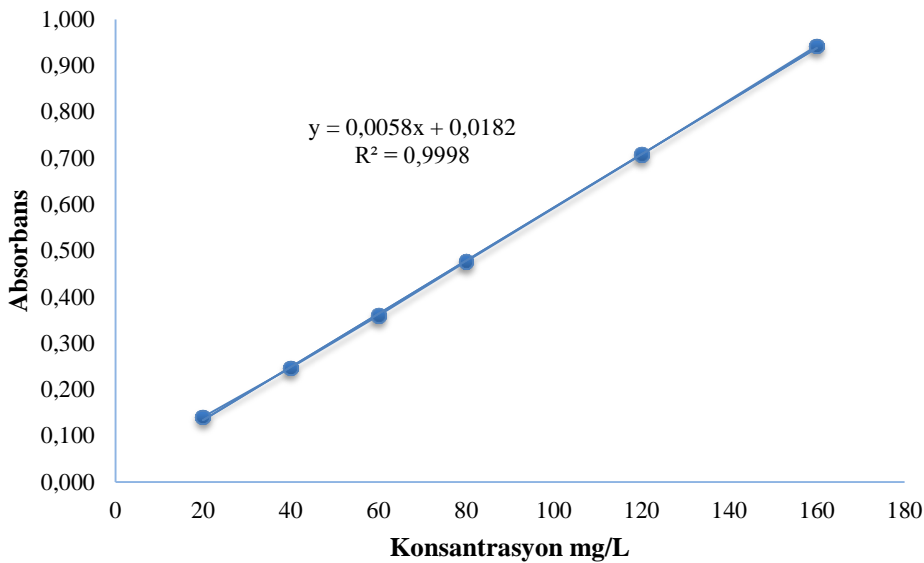
2.4. Biyoaktif analizler

2.4.1. Toplam Fenolik Madde Analizi

Cipslerin toplam fenolik madde analizleri için ilk olarak her numuneden 5 gr tartılmış ve blendırdan geçirilerek öğütülmüştür. Üzerini kaplayacak kadar saf su (50 mL) ilave edildikten sonra süzölmüş ve bu süzöntüden 100 µL alındıktan sonra üzerlerine 4.5 mL deiyonize eklenmiş ve reaktif olarak da 100 µL Folin–ciocalteu reagenti ilave edilmiştir. Elde edilen bu karışım vortekslendikten sonra inkübe (10dk, oda sıcaklığı) edilmiştir. Devamında karışıma 300 µL %2 lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek yeniden vortekslenmiş ve inkübasyona (30 dk oda sıcaklığında) tabii tutulmuştur. Bu işlemler sonunda bu karışım 760 nm’deki absorbansı okunmuştur. Bu işlemin kör analizinde ise Na₂CO₃, Folin–ciocalteu reaktifi ve su kullanılmıştır. Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı gallik asidin (2, 4, 6, 12 ve 16 µg/mL) çözeltisi ile oluşturulan kalibrasyon grafiği denklemiyle (2.1) tespit edilmiştir (Kasangana vd., 2015).

$$C = \left(\left(\frac{Abs - 0.0182}{0.0058} \right) \right) * 10 \quad (2.1)$$

C = Konsantrasyon mg GA Eşdeğeri/ L



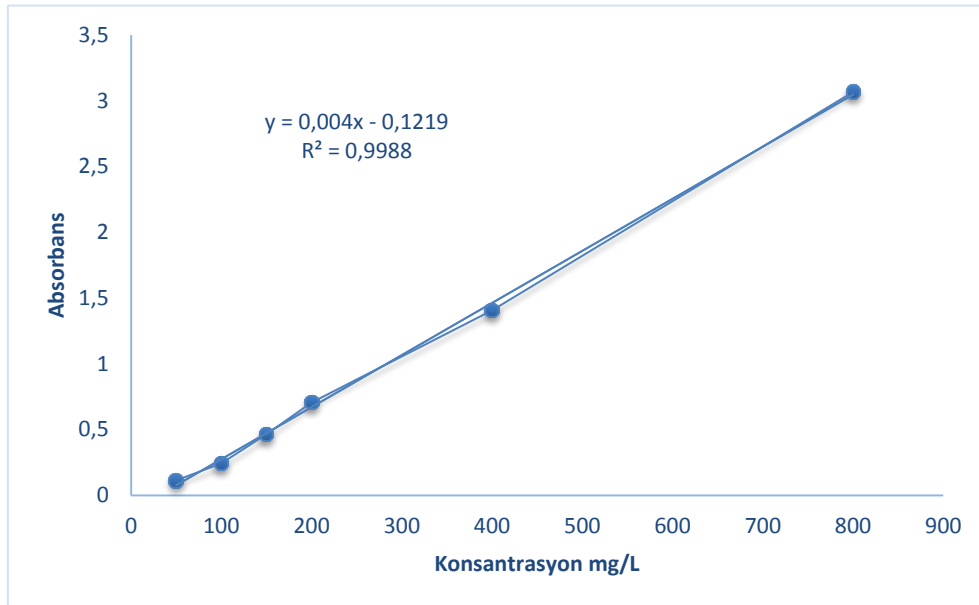
Şekil 2.3.Cips örneklerinin toplam fenolik madde analizi için kullanılan kalibrasyon eğrisi

2.4.2. Toplam Antioksidan Analizi

Toplam fenolik madde analizinde olduğu gibi her deneme noktasından 5 gr örnek alınarak blendırdan geçirilmiş ve devamında bu üzerini kaplayacak kadar saf su (50 mL) ilave edildikten sonra süzölmüş ve bu süzöntüden 500 µL alınmıştır. Üzerlerine ilk olarak 2500 µL deiyonize su ve devamında 1000 µL molybdate ($H_{24}Mo_7N_6O_{24} \cdot 4 H_2O$) eklenmiştir. Karışım vortekslenip su banyosunda inkübasyona (95°C 90 dk) bırakılmış ve devamında karışımın sıcaklığı 30 dk bekletilerek oda sıcaklığına düşmesi sağlanmıştır. Bu işlemin kör analizinde 250 µL saf su kullanılarak elde edilen karışımın absorbansı 695 nm’de okunmuştur. Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak hazırlanan cips örneklerinin toplam antioksidan miktarı askorbik asidin çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon eğrisinin denklemi kullanılarak aşağıdaki eşitlik (2.2) de hesaplanarak tespit edilmiştir (Parmer, 2012).

$$C = \left(\left(\frac{Abs + 0.1219}{0.004} \right) \right) * 2 \quad (2.2)$$

C = Konsantrasyon mg AA Eşdeğeri/ L



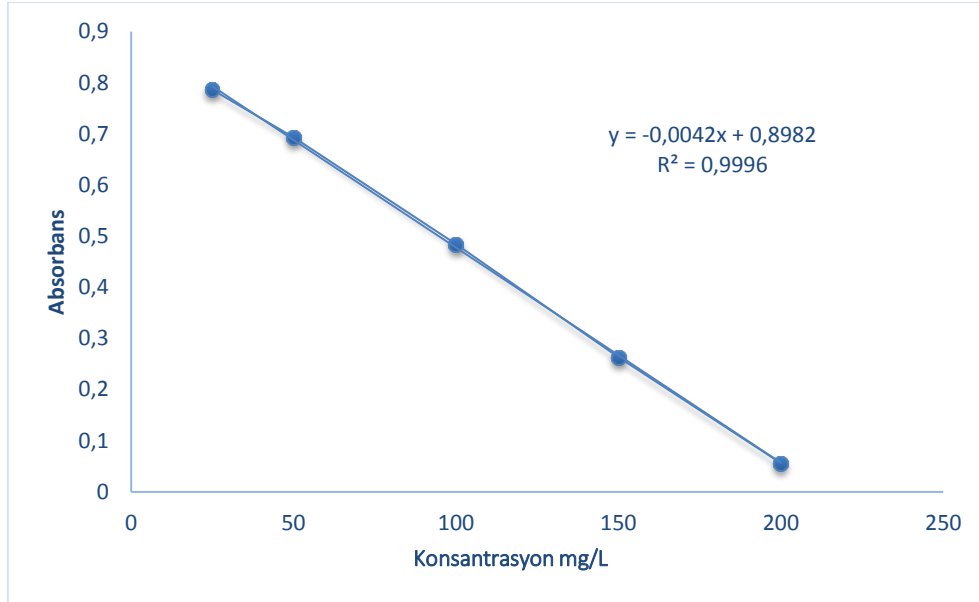
Şekil 2.4.Cips örnekleri için oluşturulan toplam antioksidan analizi kalibrasyon eğrisi

2.4.3. DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi

DPPH çözeltisi (39.5 mg) (2,2 diphenyl 1- picpylhrazyl) 10 mL metanol içinde çözüldükten sonra buzdolabı koşullarında muhafaza altına alınmıştır. DPPH çalışma çözeltinin hazırlanmasında ana stok çözeltisinden 2.5 mL alındıktan sonra metanol ile 250 mL'ye tamamlanmıştır. Toplam fenolik ve antioksidan analizlerinde olduğu gibi hazırlanan süzüntü örnekten 100 µL alınıp 3000 µL DPPH çalışma çözeltiye ilave edilmiştir. Ardından karışım vortekslenip 30 dk beklenmiştir. Elde edilen çözelti sonra 517 nm'de spektrofotometre absorbansı okunmuştur (100 µL metanol kör olarak kullanılmıştır). Standartlardan (Askorbik asit ve Troloks) 100 µL alınıp aynı işlemler yapılmıştır. Örneklerin DPPH radikal temizleme içerikleri aşağıdaki formülasyon (2.3) ile hesaplanmıştır (Uysal vd., 2014).

$$C = \left(\left(\frac{Abs - 0.8982}{0.0042} \right) \right) * 5 \quad (2.3)$$

C = Konsantrasyon mg AA Eşdeğeri/ L



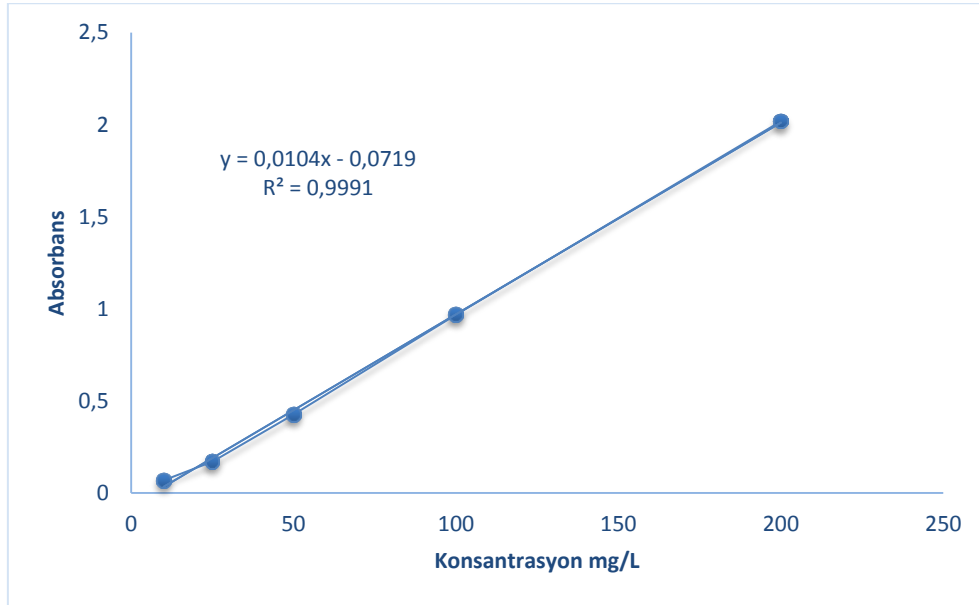
Şekil 2.5.Cips örnekleri için oluşturulan DPPH kalibrasyon eğrisi

2.4.4. Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi

Sodyumasetat trihidrat (3.1g) çözeltisi bir miktar saf su ile birlikte çözülmüştür. Üzerine 16 mL Glacial asetik asit eklendikten sonar pH'sı 3.60'a ayarlanmıştır. 40 mM HCl çözeltisi 3.4 mL alınarak hacmi 1 L'ye tamamlanmıştır. Durmaz (2019)'a göre hazırlanan FRAP çözeltisi kullanılmadan önce 37 °C'de 15 dk inkübe edilmiştir. Daha önce süzerek hazırlanmış olan cips örneğinden 250 µL alınmış ve üzerine 2750 µL FRAP çözeltisi eklenmiştir. Devamında karışım vortekslenip 30 dk beklenmiştir (250 µL saf su kör olarak kullanılmıştır). Standartlardan 250 µL alınarak aynı işlemler gerçekleştirilmiştir. Örneklerin toplam demir indirgeme antioksidan madde içerikleri; AA (6.2, 12.50, 25.00, 62.50 ve 125.00 µL/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi (2.4) kullanılarak mg AA Eşdeğeri/ L olarak tespit edilmiştir (Durmaz 2019).

$$C = \left(\frac{Abs+0.0719}{0.0104} \right) \times 2 \quad (2.4)$$

C = Konsantrasyon mg AA Eşdeğeri/ L



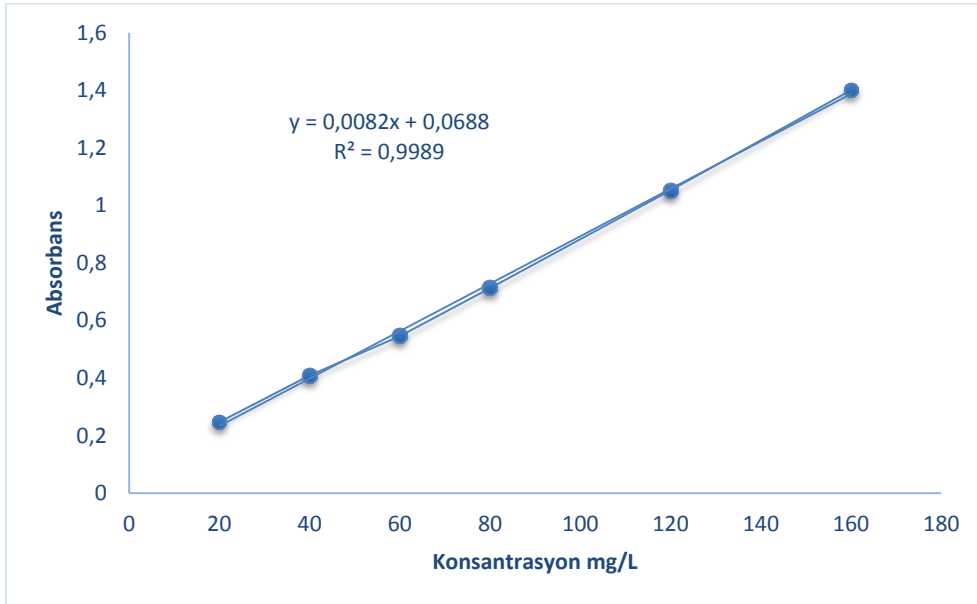
Şekil 2.6. Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi için kullanılan kalibrasyon eğrisi

2.4.5. Toplam Flavonoid Madde İçeriği Tayini

Toplam fenolik madde analizinde olduğu gibi her deneme noktasından 5 gr örnek alınarak blenderden geçirilmiş, üzerini kaplayacak kadar saf su (50 mL) ilave edildikten sonra süzölmüş ve bu süzöntüden 500 µL alınarak üzerine 3200 µL metanol (% 30 v/v) ilave edilmiştir. Ardından karışım vortekslendikten sonra üzerine 0.5 M sodyum nitrit çözeltisi (150 µL) eklenmiştir. Devamında 150 µL 0.3 M aliminyumklörür ilave edilip 5 dk beklenmiştir. Bu bekleminin ardından 1 mL 1 M NaOH çözeltisi eklendikten sonra karışım yeniden vortekslenip 10 dk beklenmiştir. Daha sonra örnekler spektrofotometrede 506 nm’de absorbasları okunmuştur (500 µL saf su kör olarak kullanılmıştır). Örneklerin toplam flavonoid madde miktarları; Kateşin (Etanol çözölecek) (25, 50, 100, 200, ve 400 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak (2.5) toplam flavonoid mg Kateşin Eşdeğeri/ L olarak hesaplanmıştır (Kasangana vd., 2015).

$$C = \left(\frac{Abs - 0.0688}{0.0082} \right) \times 2 \quad (2.5)$$

C = Konsantrasyon mg Kateşin Eşdeğeri/ L



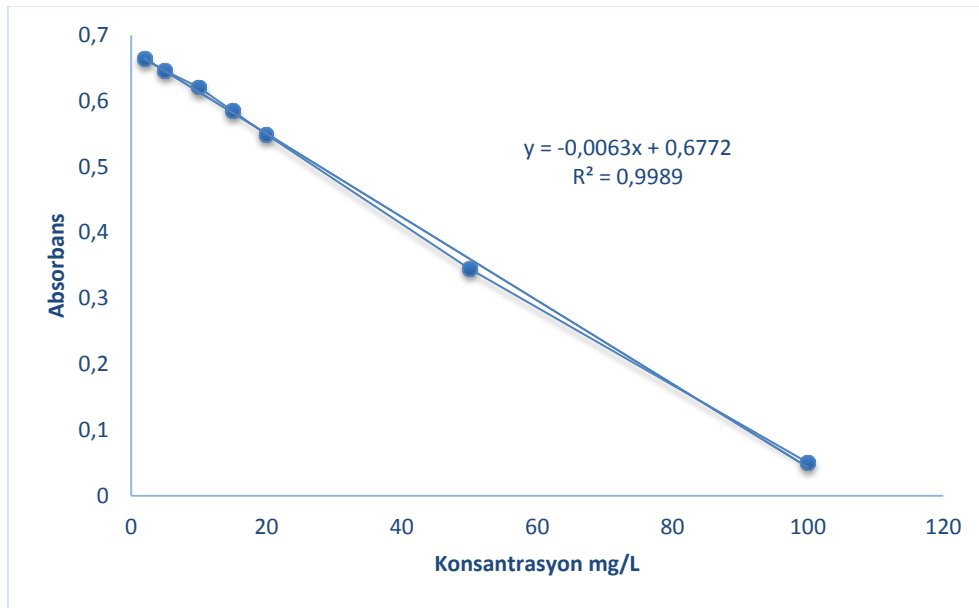
Şekil 2.7.Cips örneklerinin toplam flavonoid analizi için kullanılan kalibrasyon eğrisi

2.4.6. ABTS^{•+} Radikal Katyonu Süpürücü Etki Analizi

Önceden süzölen cips örneklerrinden 150 µL alınmış ve üzerine 2850 µL ABTS çalışma çözeltinden ilave edilmiştir. Ardından vortekslenen karışım 120 dk karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometrede (734 nm) absorbansları okunmuştur (150 µL metanol kör olarak kullanılmıştır). Cips örneklerrinde ABTS katyonu süpürücü etki tayini miktarları aşğıdaki verilen eşitlik (2.6) ile tayin edilmiştir (Yavuz, 2019).

$$\% \text{ İnhibisyon kapasite} = \left(\frac{A_c - A_s}{A_c} \right) \times 100 \quad (2.6)$$

ABTS^{•+} Antioksidan Kapasite: % *inhibisyon kapasite*



Şekil 2. 8.ABTS^{•+} + % inhibisyon grafiğı

2.5. Cips Örneklerrin Duyusal Tayini

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak yanıt yüzey yöntemi deneme tasarımına göre hazırlanan cipslerin duyusal analizleri için Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Faköltesi öğrenci ve öğretim elemanlarından eğitimli 20 kişilik panel grubu oluşturulmuş ve analiz panelistlere verilen eğitimin ardından

gerçekleştirilmiştir. Cips örnekleri panelistlere rastgele servis edilmiş ve panelistlerden cips örneklerinin tat/ koku, görünüş, sertlik, yağlılık ve genel beğeni bakımından duysal değerlendirmelere tabi tutmaları istenmiştir. Duysal değerlendirmede 1-9 aralığında skalalandırılmış olan değerlendirme formu kullanılmıştır. Ayrıca panelistlerden değerlendirme yaptığı her örnek arasında su içerek ağızlarını nötrlemeleri istenmiştir (Yüksel vd., 2019).

2.6. İstatistiksel analiz

Sonuçların istatistik değerlendirilmesi Dizayn Expert (Versiyon: 7.0, StatEase, ABD) istatistiksel paket programının Box-Behnken modeli esas alınarak yapılmıştır. Elde edilen verilerde sonuçlar üzerine faktörlerin etkisi varyans analizi (ANOVA) ile tespit edilmiş, çoklu karşılaştırmalar ile grup ortalamaları karşılaştırılmıştır ($p=0.01$ ve $p=0.05$). Responce surface metodu (yanıt yüzey metodu) ile hazırlanan deneme tasarımına göre belirlenen 15 noktalı çalışma (3 faktör, 3 seviye ve 3 merkez nokta) sonucunda her bir cevap değişkenin ikinci dereceden polinom denklemi şu şekildedir (2.7):

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i X_i + \sum_{i=1}^3 b_{ii} X_{ii}^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i < j}}^3 \sum_{j=1}^3 b_{ij} X_i X_j \quad (2.7)$$

Denklemdaki veriler; Y tahmin edilen cevap değişkenidir, b_0 , b_i , b_{ii} , b_{ij} sabit katsayıları gösterirken (işlem parametrelerindeki model tarafından tahmin edilen her bir lineer ve lineer olmayan sabit katsayılar), sırasıyla X_i (A), X_{ii} (B) ve X_j (C) (Kızartma sıcaklığı (°C), süresi (saniye) ve mor buğday unu (g/100g)) işlem değişkenlerini göstermektedir. Tablo 2.1. de belirtildiği gibi deneysel kombinasyonlar 1.-3. ve 7. deneme noktalarında olmak üzere üç ayrı tekrar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Yanıt yüzey yöntemi dahilinde çalışılan duysal parametrelerin optimum seviyeleri belirlenerek faktör seviyeleri de optimize edilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday ununun kullanıldığı cips çalışmasında Tablo 2.1'e göre cips üretimi yapılmış ve örneklerle yapılan bazı fiziko-kimyasal (kuru madde, kül, su aktivitesi, yağ, protein ve enstrümental sertlik) analiz sonuçlarını içeren veriler Tablo 3.1 de gösterilmiştir. Örneklerin kuru madde içerikleri 96.91 g/100g ile 99.91 g/100g arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Nem değerleri ise bu değerlerin 100'den çıkartılması sonucu bulunduğu düşünüldüğünde şu şekilde değişir; 3.09 g/100g ile 0.09 g/100g. En yüksek ve en düşük kuru madde içeriğine sahip örneklerin üretim şartları sırasıyla şu şekildedir; 180 °C, 60 s ve 100 g/100g MBU ile 170 °C, 50s ve 0 g/100g MBU. Örneklerin kuru madde üzerine sıcaklığın lineer etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p < 0.05$, Tablo 3.2), interaksiyon ve kuadratik etkileri önemsiz tespit edilmiştir ($p > 0.05$, Tablo 3.2). Şekil 3.1 de MBU ile sıcaklığın birlikte örneklerin kuru madde içerikleri artırıldığı gözlemlenirken aynı etki kızartma süresi ve sıcaklığın birlikte verildiği grafikte de gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler ile yapılan model çalışması sonucu örneklerin determinasyon katsayısının R^2 : 0.87 (Tablo 3.3) gibi yüksek bir rakam olduğu tespit edilmiş ve bu modelin örneklerin kuru madde içeriklerini rahatlıkla açıklayabildiği görülmüştür.

En yüksek ve en düşük kül içerikleri ve üretim şartları şu şekilde tespit edilmiştir; 1.00 g/100g (180 C, 50s ve 50 MBU g/100g) ve 2.08 g/100g (180 C, 40s ve 100 MBU g/100g). Örneklerin kül içerikleri üzerine MBU'nun lineer etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$ Tablo 3.2). Şekil 3.1 de örneklerin kül içerikleri ile ilgili verilen üç boyutlu grafik incelendiğinde MBU'nun hem kızartma sıcaklığı hem de kızartma süresi ile birlikte örneklerin kül içeriklerini artırdığı gözlemlenmiştir. Model çalışması sonucu örneklerin kül içeriklerine ait determinasyon katsayısının R^2 : 0.66 olduğu tespit edilmiştir. Maksimum ve minimum su aktivitesi (a_w) verileri ve üretim şartları şu şekilde tespit edilmiştir; 0.06 a_w (190 C, 60s ve 50 MBU g/100g) ve 0.20 a_w (180 C, 40s ve 0 MBU g/100g). Örneklerin su aktivitesi içerikleri üzerine kızartma sıcaklığı ve süresinin lineer etkisi önemli bulunurken ($p < 0.05$ Tablo 3.2), interaksiyon ve kuadratik etkileri önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Model çalışması sonucu örneklerin su aktivitesi içeriklerine ait determinasyon katsayısının R^2 : 0.87 olduğu tespit edilmiştir.

Örneklerin yağ içerikleri incelendiğinde en yüksek yağ miktarının 40.73 g/100g ile 13 numaralı örnekte (180 °C, 60s ve 0 g/100g MBU) olduğu tespit edilirken en düşük değerin ise 29.48 g/100g ile 11 numaralı örnekte (170 °C, 40s ve 50 g/100g MBU) olduğu belirlenmiştir. İstatiksel olarak örneklerin yağ değerleri üzerine MBU'nun etkisi lineer ve kuadratik olarak anlamlı bir değişim gösterirken ($p<0.05$, Tablo 3.2) interaksiyon etkisi anlamsız tespit edilmiştir ($p>0.05$, Tablo 3.2).

Tablo 3.1. Cips örneklerine ait bazı fiziko-kimyasal özellikler

Örnek	Kuru madde (g/100g)	Kül (g/100g)	Su Aktivitesi (a_w)	Yağ (g/100g)	Protein (g/100g)	Sertlik (kg)
1	99.26±0.03	1.62±0.09	0.08±0.00	31.94±2.17	8.14±0.08	18.45±2.49
2	99.20±0.25	1.67±0.03	0.07±0.00	35.86±2.01	9.39±0.61	22.48±3.80
3	99.74±0.31	1.00±0.00	0.07±0.02	33.30±3.77	8.06±0.40	19.41±2.63
4	97.08±0.12	1.05±0.07	0.20±0.01	39.05±3.06	7.34±0.08	17.20±2.59
5	96.94±0.95	1.36±0.31	0.17±0.02	37.62±2.33	7.66±0.80	18.39±1.81
6	97.85±0.07	1.86±0.01	0.14±0.00	34.88±2.46	8.46±0.80	26.14±3.67
7	99.29±0.04	1.05±0.01	0.06±0.01	30.58±0.79	7.18±0.16	24.85±2.88
8	99.81±0.01	1.55±0.23	0.07±0.00	36.65±0.08	8.14±0.24	24.57±3.07
9	99.91±0.09	1.67±0.12	0.06±0.00	35.71±1.70	7.34±0.16	38.96±4.51
10	98.99±0.04	1.21±0.21	0.07±0.02	37.56±1.41	5.29±0.40	20.15±2.61
11	98.32±0.15	1.02±0.00	0.13±0.00	29.48±1.74	8.46±0.40	39.61±3.56
12	99.44±0.10	1.09±0.05	0.07±0.00	37.15±0.16	8.06±0.20	20.00±2.69
13	99.35±0.01	1.10±0.09	0.07±0.00	40.73±3.68	5.64±0.24	26.63±2.45
14	98.93±0.07	2.08±0.11	0.09±0.00	32.55±2.68	9.26±0.40	26.27±1.78
15	99.81±0.08	1.67±0.10	0.06±0.00	36.93±2.96	8.62±0.16	32.39±3.41

Tablo 3.2. Proses değişkenlerinin cips örneklerine ait bazı fiziko-kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları

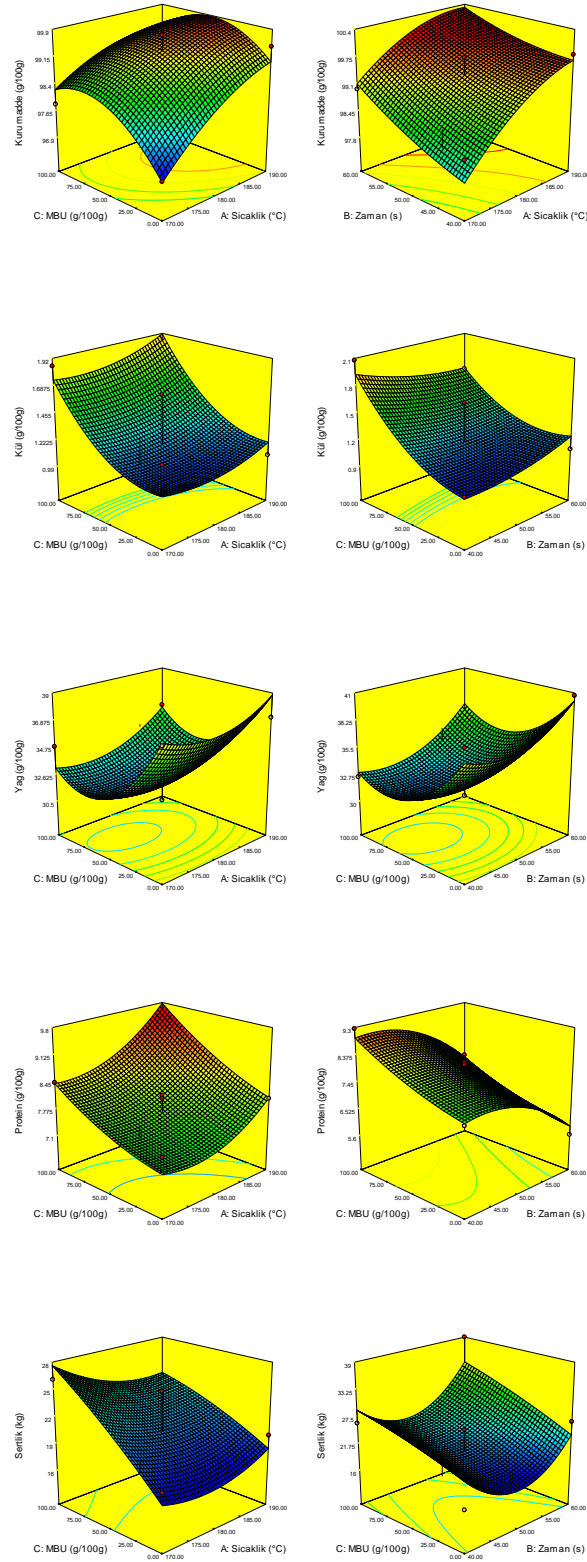
	Kuru madde (g/100g)	Kül (g/100g)	Su Aktivitesi (a_w)	Yağ (g/100g)	Protein (g/100g)	Sertlik (kg)
Kaynak						
A	14.36*	0.30	9.67*	1.85	9.03*	0.081
B	5.81	3.313E-003	9.07*	6.47	19.09**	0.38
C	3.61	7.50*	4.15	8.97*	15.85*	3.44
AB	0.35	0.010	0.72	4.52	12.76*	5.12
AC	1.00	0.014	0.33	0.16	0.27	0.19
BC	1.25	0.43	3.37	0.16	0.043	0.074
A ²	1.22	0.20	0.68	1.82	2.45	0.19
B ²	0.19	0.12	8.554E-003	4.06	4.80	4.82
C ²	6.16	1.17	5.70	10.86*	0.47	0.029
Model	3.76	1.07	3.72	4.12	7.27*	1.59
Uyum Eksikliği	0.13	0.54	0.06	0.31	0.57	0.19

A: Sıcaklık, B: Süre ve C: Mor Buğday Unu. * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Şekil 3.1 de MBU'nun formülasyona ilavesiyle cips örneklerin yağ içeriklerinde önemli bir azalma olduğu görülmektedir. Tablo 3.3 de örneklerle ait modeller verilmiştir ve cipslerin yağ içerikleri sonucu elde edilen modele göre determinasyon katsayısı yüksek (R^2 : 0.88) olarak tespit edilmiştir. Bu veri de bize modelin örneklerin yağ değişimini açıklayabileceğini göstermektedir.

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unun kullanılarak Tablo 2.1'e göre hazırlanan cips örneklerinin sahip olduğu protein içerikleri 5.29 ile 9.39 g/100g arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneklerin protein içeriklerindeki bu değişim üzerine kızartma sıcaklık ve süresi ile MBU'nun lineer etkilerinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$ ve $p < 0.05$, Tablo 3.2). Ayrıca kızartma sıcaklığı ve kızartma süresinin interaksiyon etkisinin de örneklerin protein içeriklerindeki değişime anlamlı katkı yaptığı görülmüştür ($p < 0.05$). Özellikle MBU ilavesinin cipslerin protein içeriklerini artırdığı, kızartma sıcaklık ve süresinin ise azalttığı Şekil 3.1 de daha net görülmektedir. Model çalışması sonucu cips örneklerin protein içeriklerine ait determinasyon katsayısı R^2 : 0.92 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.3).

Örneklerin enstrümental sertlik değerleri incelendiğinde en yüksek sertliğin 39.61 kg ile 11 numaralı örnekte (170 °C, 40s ve 50 g/100g MBU) olduğu tespit edilirken en düşük değerin ise 17.20 ile 4 numaralı örnekte (180 °C, 40s ve 0 g/100g MBU) olduğu belirlenmiştir. İstatiksel olarak örneklerin enstrümental sertlik değerleri üzerine hiçbir faktörün etkisi anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$, Tablo 3.2). Fakat Şekil 3.1'e göre MBU'nun formülasyon'a ilavesiyle cips örneklerin sertlik değerlerinde önemli bir artış olduğu görülmektedir. Tablo 3.3'de örneklerle ait modeller verilmiştir ve cipslerin sertlik değerleri sonucu elde edilen modele göre determinasyon katsayısı yüksek (R^2 : 0.74) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.1. Cips örneklerine ait bazı fiziko-kimyasal özelliklerin üç boyutlu gösterimi

Cips örneklerine ait enstrümental renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.4 ile Tablo 3.5 de verilmiştir. Örneklerin beyaz-siyah (parlaklık) değerleri incelendiğinde en yüksek L^* değerinin 67.95 ile 4 numaralı örnekte (180 °C, 40s ve 0 g/100g MBU) olduğu görülürken en düşük değerin ise 37.19 ile 9 numaralı örnekte (180 °C, 60s ve 100 g/100g MBU) tespit edilmiştir. MBU ilavesinin cips örneklerinin L^* değerlerini lineer olarak anlamlı bir biçimde azalttığı belirlenmiştir ($p<0.01$, Tablo 3.5). MBU'nun sıcaklık ve zaman ile ilişkisinin ele alındığı üç boyutlu grafikte de MBU ilavesinin örneklerin L^* değerlerini önemli derecede azalttığı görülmektedir (Şekil 3.2). Cipslerin parlaklık (L^*) değerleri sonucu elde edilen modele göre determinasyon katsayısı yüksek (R^2 : 0.94) olarak tespit edilmiştir.

MBU ve ekmeklik buğday unu ile üretilen cips örneklerin kırmızılık-yeşillik (a^*) değerleri 0.97 ile 33.42 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek a^* değerinin 190 °C, 60 s ve 50 g/100g MBU ile 15 numaralı örnekte olduğu görülmüştür. En düşük değerin ise 170 °C, 50 s ve 0 g/100g MBU ile 5 numaralı örnekte olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin kırmızılık-yeşillik değerleri üzerine varyans tablosu incelendiğinde kızartma sıcaklığın ve MBU'nun lineer etkisi ile MBU'nun kuadratik etkilerinde anlamlı bir değişim tespit edilmiştir ($p<0.01$ ve $p<0.05$, Tablo 3.5). MBU'nun sıcaklık ve zaman ile ilişkisinin ele alındığı üç boyutlu grafikte de MBU ilavesinin örneklerin a^* değerlerini önemli derecede arttırdığı görülmektedir (Şekil 3.2). Cipslerin kırmızılık-yeşillik (a^*) değerleri sonucu elde edilen modele göre determinasyon katsayısı yüksek (R^2 : 0.95) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.3. Sonuçlara ait model eşitliği ve determinasyon katsayıları

<i>Analiz</i>	<i>Model</i>	<i>R²</i>
<i>Kuru Madde</i>	$Y = -43.90 + 1.38A + 0.25B + 0.17C - 0.002AB - 0.0006AC - 0.0006BC - 0.003A^2 + 0.001B^2 - 0.0003C^2$	0.87
<i>Kül</i>	$Y = 25.43 - 0.27A - 0.02B + 0.003C - 0.0002AB + 0.00004AC - 0.002BC + 0.0008A^2 + 0.0006B^2 - 0.00008C^2$	0.66
<i>a_w</i>	$Y = 6.04 - 0.05A - 0.03B + 0.007C - 0.0001AB + 0.00001AC - 0.00005BC + 0.0001A^2 + 0.00001B^2 - 0.00001C^2$	0.87
<i>Yağ</i>	$Y = 311.44 - 3.61A + 1.71B - 0.33C - 0.02AB + 0.0007AC + 0.0007BC + 0.01A^2 + 0.02B^2 + 1.26C^2$	0.88
<i>Protein</i>	$Y = 205.68 - 1.91A - 1.13B - 0.03C + 0.009AB + 0.0003AC - 0.0001BC + 0.004A^2 - 0.006B^2 + 0.00007C^2$	0.92
<i>Sertlik</i>	$Y = 1235.03 - 8.31A - 19.12B + 0.5C + 0.1AB - 0.002AC + 0.001BC + 0.014A^2 + 0.1B^2 - 0.0002C^2$	0.74
<i>L*</i>	$Y = 185.63 - 1.30A + 1.86B - 1.33C - 0.01AB + 0.005AC - 0.0002BC + 0.004A^2 - 0.0004B^2 + 0.001C^2$	0.94
<i>a*</i>	$Y = 17.81 - 0.35A - 0.37B + 0.53C + 0.003AB - 0.001AC - 0.001BC + 0.001A^2 - 0.001B^2 - 0.001C^2$	0.95
<i>b*</i>	$Y = -131.39 + 1.54A - 0.51B + 0.27C + 0.001AB - 0.001AC - 0.003BC - 0.003A^2 - 0.006B^2 - 0.0001C^2$	0.92
<i>EDN</i>	$Y = 9.36 - 0.12A + 0.1B + 0.005C - 0.001AB + 0.00002AC - 0.0001BC + 0.0004A^2 + 0.0003B^2 - 0.00001C^2$	0.77
<i>DON</i>	$Y = 501.40 - 4.2A - 0.5B - 1.2C + 0.01AB + 0.004AC + 0.002BC + 0.01A^2 - 0.01B^2 + 0.001C^2$	0.98
<i>TN</i>	$Y = 510.76 - 4.4A - 0.4B - 1.2C + 0.01AB + 0.005AC + 0.002BC + 0.01A^2 - 0.01B^2 + 0.001C^2$	0.98
<i>Akrilamid</i>	$Y = 19213.23 - 152.9A - 125.9B - 28.6C + 0.4AB + 0.1AC + 0.1BC + 0.3A^2 + 0.4B^2 + 0.005C^2$	0.83
<i>TFK</i>	$Y = 36626.6 - 357.2A - 171B + 2.2C + 0.5AB + 0.03AC - 0.06BC + 0.9A^2 + 0.9B^2 - 0.02C^2$	0.76
<i>TFIK</i>	$Y = -5492.2 + 57.5A + 16.1B + 3.4C - 0.03AB - 0.03AC + 0.07BC - 0.1A^2 + 0.1B^2 - 0.001C^2$	0.77
<i>TAK</i>	$Y = 2312.4 - 15.3A - 20.8B + 15.1C + 0.07AB - 0.09AC + 0.02BC + 0.05A^2 + 0.1B^2 + 0.01C^2$	0.79
<i>DPPH</i>	$Y = -944.8 + 0.58A + 31.9B + 0.57C - 0.2AB + 0.000000AC + 0.01BC + 0.04A^2 + 0.087B^2 - 0.005C^2$	0.82
<i>ABTS</i>	$Y = 1941.2 - 16.06A - 21.73B + 3.83C + 0.14AB + 0.01AC + 0.02BC + 0.03A^2 - 0.06B^2 - 0.03C^2$	0.98
<i>FRAP</i>	$Y = -892.9 + 35.93A - 83.73B - 2.95C + 0.005AB + 0.007AC + 0.05BC - 0.09A^2 + 0.8B^2 + 0.002C^2$	0.70
<i>Renk</i>	$Y = 52.30 - 0.25A - 0.73B - 0.12C + 0.005AB + 0.001AC - 0.0002BC - 0.0002A^2 - 0.002B^2 + 0.00008C^2$	0.64
<i>Sertlik (Gevreklik)</i>	$Y = 166.45 - 1.34A - 1.40B - 0.12C + 0.008AB + 0.0007AC - 0.00006BC + 0.002A^2 - 0.001B^2 + 0.00007C^2$	0.77
<i>Tat/Koku</i>	$Y = 112.01 - 0.89A - 0.78B - 0.1C + 0.005AB + 0.0006AC - 0.0002BC + 0.00015A^2 - 0.002B^2 + 0.00004C^2$	0.86
<i>Yağlılık</i>	$Y = -34.90 + 0.73A - 0.77B - 0.17C + 0.005AB + 0.0009AC - 0.00056BC - 0.0028A^2 - 0.0014B^2 - 0.00012C^2$	0.56
<i>Genel Beğeni</i>	$Y = 30.26 - 0.0078A - 0.74B - 0.11C + 0.006AB + 0.00067AC - 0.000017BC - 0.00096A^2 - 0.0034B^2 - 0.000095C^2$	0.73

* A: Sıcaklık, B: Süre ve C: Mor Buğday Unu.

Tablo 3.4. Cips örneklerine ait renk analiz sonuçları

Örnek	L*	a*	b*
1	49.73±2.12	7.36±0.46	23.72±1.38
2	44.73±0.85	9.37±0.37	23.38±0.67
3	49.84±2.48	7.75±0.55	24.83±0.72
4	67.95±1.72	1.27±0.36	24.90±1.10
5	66.21±1.67	0.97±0.32	23.69±0.93
6	43.30±1.87	7.57±0.53	19.69±1.08
7	46.40±1.36	7.96±0.17	23.69±0.59
8	48.54±1.32	8.81±0.54	25.81±1.23
9	37.19±2.88	8.63±0.45	21.28±1.69
10	53.17±1.62	5.99±0.49	22.45±1.41
11	51.12±1.68	6.68±0.85	21.66±1.30
12	56.50±2.67	6.41±0.95	29.26±1.98
13	58.67±1.60	6.01±0.56	33.42±1.56
14	46.86±1.04	7.64±0.65	20.19±1.42
15	45.03±1.10	9.47±0.21	27.19±0.68

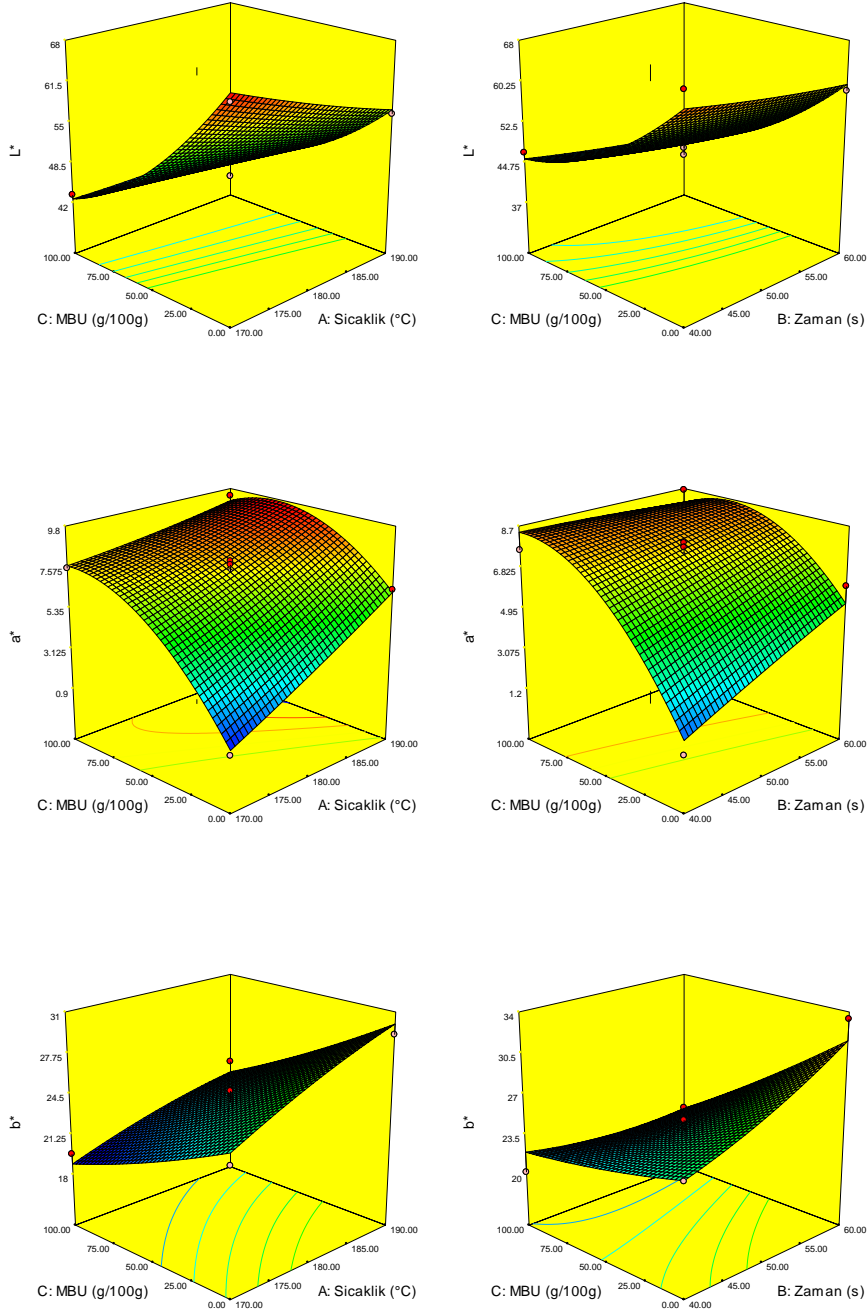
Tablo 3.5. Proses değişkenlerinin Cips örneklerine ait renk (L*,a*,b*) özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları °C

Kaynak	L*	a*	b*
A	4.15	21.87**	14.86*
B	4.80	4.29	6.24
C	68.63**	45.60**	32.18**
AB	0.71	0.48	0.032
AC	2.86	3.49	0.32
BC	3.454E-003	3.71	4.97
A^2	0.058	0.057	0.19
B^2	0.053	0.020	0.44
C^2	4.44	11.73*	0.12
Model	9.51*	10.16**	6.60*
Uyum Eksikliği	0.20	0.06	0.09

A: Sıcaklık, B: Süre ve C: Mor Buğday Unu. *p<0.05, **p<0.01

Örneklerin sarı-mavi (b*) değerleri incelendiğinde en yüksek değerinin 33.42 ile 13 numaralı örnekte (180 °C, 60s ve 0 g/100g MBU) olduğu görülürken en düşük değer ise 19.69 ile 6 numaralı örnekte (170 °C, 50s ve 100 g/100g MBU) tespit edilmiştir. MBU ilavesinin ve kızartma sıcaklığının cips örneklerinin b* değerlerini lineer olarak anlamlı bir

biçimde azalttığı belirlenmiştir ($p<0.01$ ve $p<0.05$, Tablo 3.5). MBU'nun sıcaklık ve zaman ile ilişkisinin ele alındığı üç boyutlu grafikte de MBU ilavesinin örneklerin b^* değerlerini önemli derecede azalttığı görülmektedir (Şekil 3.2). Cipslerin sarı-mavi (b^*) değerleri sonucu elde edilen modele göre determinasyon katsayısı yüksek ($R^2: 0.92$) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. Cips örneklerine ait bazı renk (L^* , a^* , b^*) özelliklerin üç boyutlu gösterimi

Tablo 3.6. Cips örneklerine ait bazı besinsel analiz sonuçları

Örnek	EDN g/100g	DON g/100g	TN g/100g	Akrilamid µg/kg
1	0.55±0.01	61.69±1.27	62.24±1.27	1088.70±20.86
2	0.66±0.01	57.81±0.43	58.47±0.43	1082.76±0.01
3	0.56±0.01	61.96±0.51	62.52±0.50	1166.22±0.01
4	0.53±0.00	72.34±1.80	72.87±1.80	1275.36±0.01
5	0.56±0.01	76.41±0.76	76.97±0.76	1362.68±0.01
6	0.63±0.01	57.28±0.69	57.90±0.70	1117.52±36.13
7	0.64±0.03	61.34±0.78	61.99±0.81	1095.97±18.65
8	0.65±0.00	61.94±1.77	62.60±1.77	1187.98±5.98
9	0.51±0.00	54.96±0.66	55.47±0.66	1176.24±8.05
10	0.80±0.01	58.23±0.28	59.03±0.29	1112.93±6.05
11	0.62±0.01	63.15±0.43	63.77±0.42	1284.44±1.77
12	0.56±0.00	67.83±1.85	68.38±1.85	1087.02±0.01
13	0.62±0.00	67.30±0.87	67.92±0.87	1134.13±0.01
14	0.72±0.01	54.71±1.94	55.42±1.96	1096.00±4.09
15	0.57±0.00	60.99±2.37	61.56±2.37	1184.57±7.59

EDN: Enzime Dirençli nişasta, DON: Dirençli olmayan nişasta, TN: Toplam nişasta.

Örneklerin enzime dirençli nişasta (EDN), dirençli olmayan nişasta (DON), toplam nişasta (TN) ve Akrilamid sonuçlarına ait değerler ile varyans analiz sonuçları Tablo 3.6 ile Tablo 3.7 de verilmiştir. Cips örneklerin EDN sonuçları incelendiği zaman en düşük EDN sonucun 0.51 g/100g ile 9 numaralı örnekte (180 °C, 60 s ve 100 g/100g MBU) olduğu görülürken en yüksek EDN değerini ise 0.80 g/100g ile 10 numaralı örnekte (170 °C, 60 s ve 50 g/100g MBU) belirlenmiştir. EDN üzerine modelin etkisi anlamsız tespit edilirken ($p>0.05$) determinasyon katsayısı ise R^2 : 0.77 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.3). İstatistiksel anlamda sonuçlar önemsiz çıksa da MBU ilavesinin örneklerin EDN içeriklerinde artış yaptığı Şekil 3.3 de gösterilmiştir. MBU ve ekmeklik buğday unu ile üretilen cips örneklerin DON değerleri 54.71 ile 76.41 g/100g arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek DON değerinin 170 °C, 50 s ve 0 g/100g MBU ile 5 numaralı örnekte olduğu görülmüştür. En düşük DON değerini ise 180 °C, 40 s ve 100 g/100g MBU ile 14 numaralı örnekte olduğu belirlenmiştir. Örneklerin DON değerleri üzerine varyans tablosu incelendiğinde MBU'nun lineer etkisi ile MBU'nun kuadratik etkilerinde anlamlı bir değişim tespit edilmiştir ($p<0.01$ ve $p<0.05$, Tablo 3.7). Ayrıca sıcaklık ve MBU'nun interaksiyon etkisinin de önemli bulunduğu görülmüştür ($p<0.05$). MBU'nun sıcaklık ve zaman ile ilişkisinin ele alındığı üç boyutlu grafikte de MBU ilavesinin örneklerin DON

değerlerini önemli derecede azalttığı görülmektedir (Şekil 3.3). Cipslerin DON değerleri sonucu elde edilen modele göre determinasyon katsayısı yüksek (R^2 : 0.98) olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.7. Proses değişkenlerinin Cips örneklerine ait bazı besinsel özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları

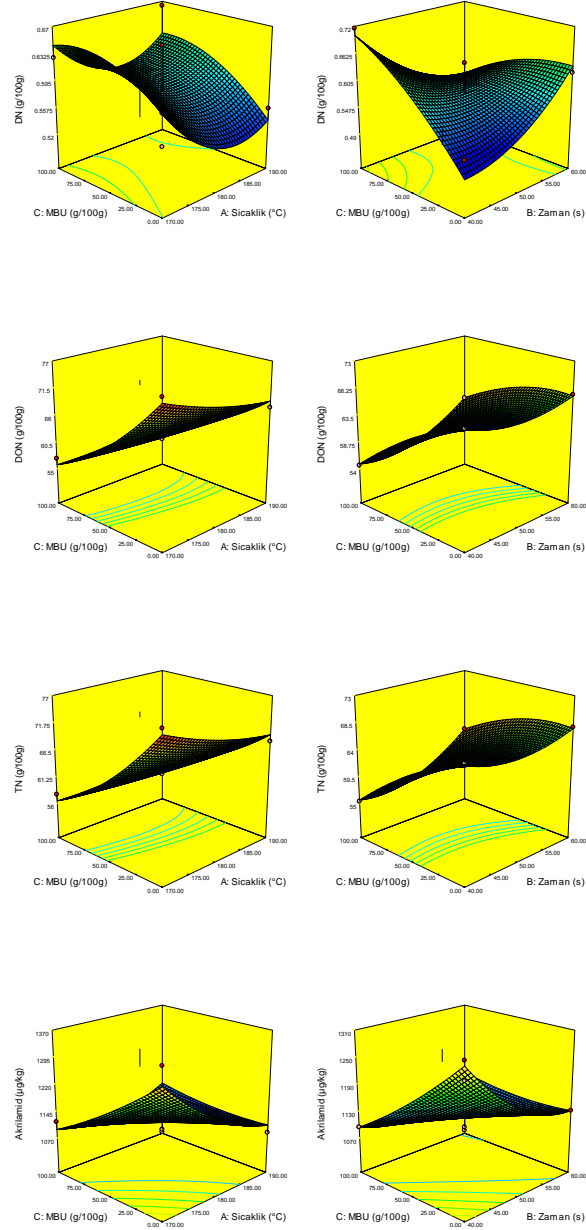
Kaynak	EDN g/100g	DON g/100g	TN g/100g	Akrilamid µg/kg
A	0.96	2.20	2.44	4.12
B	2.241E-003	5.94	6.27	2.04
C	2.01	182.56**	191.05**	5.48
AB	4.62	1.64	1.51	2.07
AC	0.11	8.68*	9.24*	4.25
BC	5.93	2.93	2.75	3.59
A ²	1.76	1.42	1.63	1.24
B ²	1.19	3.69	3.72	1.88
C ²	0.54	7.51*	7.75*	0.15
Model	1.91	24.15**	25.24**	2.72
Uyum Eksikliği	1.60	40.93	53.12	2.44

A: Sıcaklık, B: Süre ve C: Mor Buğday Unu. EDN: Enzime Dirençli nişasta, DON: Dirençli olmayan nişasta, TN: Toplam nişasta. *p<0.05, **p<0.01

Cips örneklerin TN sonuçları incelendiği zaman en düşük TN sonucun 55.42 g/100g ile 14 numaralı örnekte (180 °C, 40 s ve 100 g/100g MBU) olduğu görülürken en yüksek TN değerinin ise 76.97 g/100g ile 5 numaralı örnekte (170 °C, 50 s ve 0 g/100g MBU) olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin TN değerleri üzerine varyans tablosu incelendiğinde MBU'nun lineer etkisi ile MBU'nun kuadratik etkilerinde anlamlı bir değişim tespit edildiği görülürken (p<0.01 ve p<0.05, Tablo 3.7), sıcaklık ve MBU'nun interaksiyon etkisinin de önemli bulunduğu belirlenmiştir (p<0.05). Determinasyon katsayısının R^2 :0.98 ile yüksek bir rakam çıktığı ve kullanılan modelin örneklerin TN içeriklerini rahatlıkla açıklayabildiği görülmüştür. (Tablo 3.3). MBU'nun sıcaklık ve zaman ile ilişkisinin ele alındığı üç boyutlu grafikte de MBU ilavesinin örneklerin TN değerlerini önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir (Şekil 3.3).

Cips örneklerinin Akrilamid sonuçları incelendiği zaman en düşük sonucun 1082.76 µg/kg ile 2 numaralı örnekte (190 °C, 50 s ve 100 g/100g MBU) olduğu görülürken en yüksek değer ise 1362.68 µg/kg ile 5 numaralı örnekte (170 °C, 50 s ve 0 g/100g MBU)

olduğu belirlenmiştir. Akrilamid değerleri üzerine modelin etkisi anlamsız tespit edilirken ($p>0.05$) determinasyon katsayısının ise $R^2:0.83$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.3). İstatistiksel anlamda sonuçlar önemsiz çıksa da MBU ilavesinin örneklerin akrilamid içeriklerini azalttığı Şekil 3.3. de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Cips örneklerine ait bazı besinsel özelliklerin üç boyutlu gösterimi

Tablo 3.8. Cips örneklerine ait bazı biyoaktif analiz sonuçları

Örnek	TFK (mgGAE/kg)	TFİK (mgQE/kg)	TAK (mgAAE/kg)	DPPH (mgAAE/kg)	ABTS (mgAAE/kg)	FRAP (mgFeSO4/kg)
1	417.90±10.97	148.60±3.88	1041.38±45.96	168.83±1.10	352.16±26.91	483.22±5.78
2	620.09±42.06	141.58±8.62	1078.90±27.40	199.19±0.55	415.60±6.86	512.55±19.72
3	462.90±23.77	143.41±10.35	1088.25±11.49	153.95±0.24	299.55±27.44	491.40±67.65
4	449.83±141.4	122.68±16.38	987.00±7.95	117.05±0.71	87.61±0.00	446.20±33.66
5	406.29±67.66	111.30±6.47	1012.00±52.15	101.57±0.71	59.25±9.50	496.20±17.00
6	625.69±37.79	212.90±37.94	1176.40±81.32	181.93±0.94	387.24±19.52	523.13±10.54
7	485.17±49.99	191.90±15.09	1046.38±8.84	154.55±0.16	300.30±16.89	540.00±12.92
8	583.02±46.94	152.26±3.88	1094.50±91.04	262.88±11.81	355.52±15.83	610.60±46.23
9	469.65±18.29	235.79±26.30	1225.13±3.536	207.52±0.24	380.90±5.28	800.53±22.78
10	588.19±15.24	119.02±9.49	1042.63±79.55	127.17±3.46	244.70±147.2	545.70±81.25
11	566.64±23.77	130.30±7.33	1033.25±30.94	127.17±0.31	307.76±15.83	501.50±5.10
12	342.93±17.07	107.44±0.86	1093.88±17.68	118.83±0.79	67.83±12.14	471.70±14.28
13	331.72±10.97	103.78±9.49	1096.38±31.82	120.02±0.47	63.73±3.17	478.40±26.86
14	716.21±24.38	118.40±4.31	1078.90±16.79	176.57±0.08	361.87±11.08	649.60±36.72
15	797.24±52.42	129.08±3.02	1130.75±7.95	169.43±0.39	349.55±4.22	656.80±25.84

TFK: Toplam fenolik konsantrasyon, TFİK: Toplam flavonoid konsantrasyon, TAK: Toplam antioksidan konsantrasyon, DPPH: Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi (2,2 diphenyl 1- picpylhdrazyl), ABTS: Radikal Katyonu Süpürücü Etki, FRAP: Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi

Cips örneklerine ait bazı biyoaktif analiz sonuçları ve varyans analiz sonuçları Tablo 3.8 ile Tablo 3.9 da verilmiştir. Buna göre örneklerle ait toplam fenolik konsantrasyonu 331.72 ile 797.24 mg GAE/kg arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde içeriği 190 °C, 60 s ve 50 g/100g MBU ile 15 numaralı örnekte en düşük ise 180 °C, 60 s ve 0 g/100g MBU ile 13 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak ele alındığında formülasyonda kullanılan MBU'nun lineer etkisinin anlamlı bir şekilde örneklerin toplam fenolik içeriklerini etkilediği görülmüştür ($p < 0.05$, Tablo 3.9). Bunun yanında interaksiyon ve kuadratik sonuçların anlamsız bulunduğu tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Şekil 3. 4 de MBU seviyesi arttıkça cips örneklerine ait toplam fenolik içeriklerinin önemli derecede arttığı görülmektedir. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuş ($R^2 = 0.76$) ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) olduğu görülmüştür. (Tablo 3.3 ve Tablo 3.9).

Tablo 3.9. Proses değişkenlerinin cips örneklerine ait bazı biyoaktif özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları

Kaynak	TFK (mgGAE/kg)	TFIK (mgQE/kg)	TAK (mgAAE/kg)	DPPH (mgAAE/kg)	ABTS (mgAAE/kg)	FRAP (mgFeSO4/kg)
A	0.26	0.23	1.03	5.92	4.59	0.57
B	0.18	0.51	5.22	0.46	0.70	1.25
C	8.55*	8.56*	7.87*	12.42*	204.98**	5.90
AB	0.78	0.035	0.083	2.29	0.83	1.341E-004
AC	0.070	1.12	3.70	0.000	0.100	6.494E-003
BC	0.35	4.58	0.16	0.21	0.47	0.47
A ²	2.67	0.85	0.043	0.057	0.034	0.045
B ²	2.29	0.65	0.23	0.30	0.13	3.43
C ²	0.75	0.028	1.20	0.61	29.11**	0.015
Model	1.78	1.82	2.16	2.48	26.79**	1.31
Uyum Eksikliği	16.17	1.72	4.80	21.72*	1.13	12.53

A: Sıcaklık, B: Süre ve C: Mor Buğday Unu. TFK: Toplam fenolik konsantrasyon, TFIK: Toplam flavonoid konsantrasyon, TAK: Toplam antioksidan konsantrasyon, DPPH: Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi (2,2 diphenyl 1-picpylhdrazyl), ABTS: Radikal Katyonu Süpürücü Etki, FRAP: Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Örneklerin TFIK (toplam flavonoid konsantrasyonu) miktarları 103.78 ile 235.79 mgQE/kg aralığında değişim göstermiş ve en yüksek TFIK miktarı % 100 MBU içeren cips

hamuru formülasyonunun 180 °C’de 60 s süreyle kızartılması sonucunda elde edilmiştir. En düşük TFIK değeri ise MBU ilavesi yapılmamış örneğin 180 °C’de 60 s süreyle kızartılması sonucu elde edilmiştir. Tablo 3.9 da proses değişkenlerinin TFIK değerlerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. Cips örnekleri formülasyonuna MBU ilave edilmesi, son üründe TFIK değerlerini önemli seviyede ($p<0.05$) artırmıştır (Tablo 3.9 ve Şekil 3.4). Bununla birlikte cipslere uygulanan kızartma sıcaklığının ve süresinin artışı TFIK değerlerinde benzer şekilde artış sağlamamıştır ($p>0.05$). ANOVA sonuçları, proses değişkenleri arasındaki interaksiyonların da TFIK değerleri üzerine etkili olmadığını ortaya koymuştur. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuş ($R^2=0.77$) ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür.

Örneklerin TAK (toplam antioksidan konsantrasyonu) miktarları 987.0 ile 1225.13 mgAAE/kg aralığında değişim göstermiş ve en yüksek TAK miktarı % 100 MBU içeren cips hamuru formülasyonunun 180 °C’de 60 s süreyle kızartılması sonucunda (9 numaralı örnek) elde edilmiştir. En düşük TAK değeri ise MBU ilavesi yapılmamış örneğin 180 °C’de 40 s süreyle kızartılması sonucu (4 numaralı örnek) elde edilmiştir. Tablo 3.9 da proses değişkenlerinin TAK değerlerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. Cips örnekleri formülasyonuna MBU ilave edilmesi, son üründe TAK değerlerini önemli seviyede ($p<0.05$) artırmıştır (Tablo 3.9 ve Şekil 3.4). Bununla birlikte cipslere uygulanan kızartma sıcaklığının ve süresinin artışı TAK değerlerinde benzer şekilde artış sağlamamıştır ($p>0.05$). ANOVA sonuçları, proses değişkenleri arasındaki interaksiyonların ve kuadratik etkilerinin de TAK değerleri üzerine etkili olmadığını ortaya koymuştur. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuş ($R^2=0.79$) ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

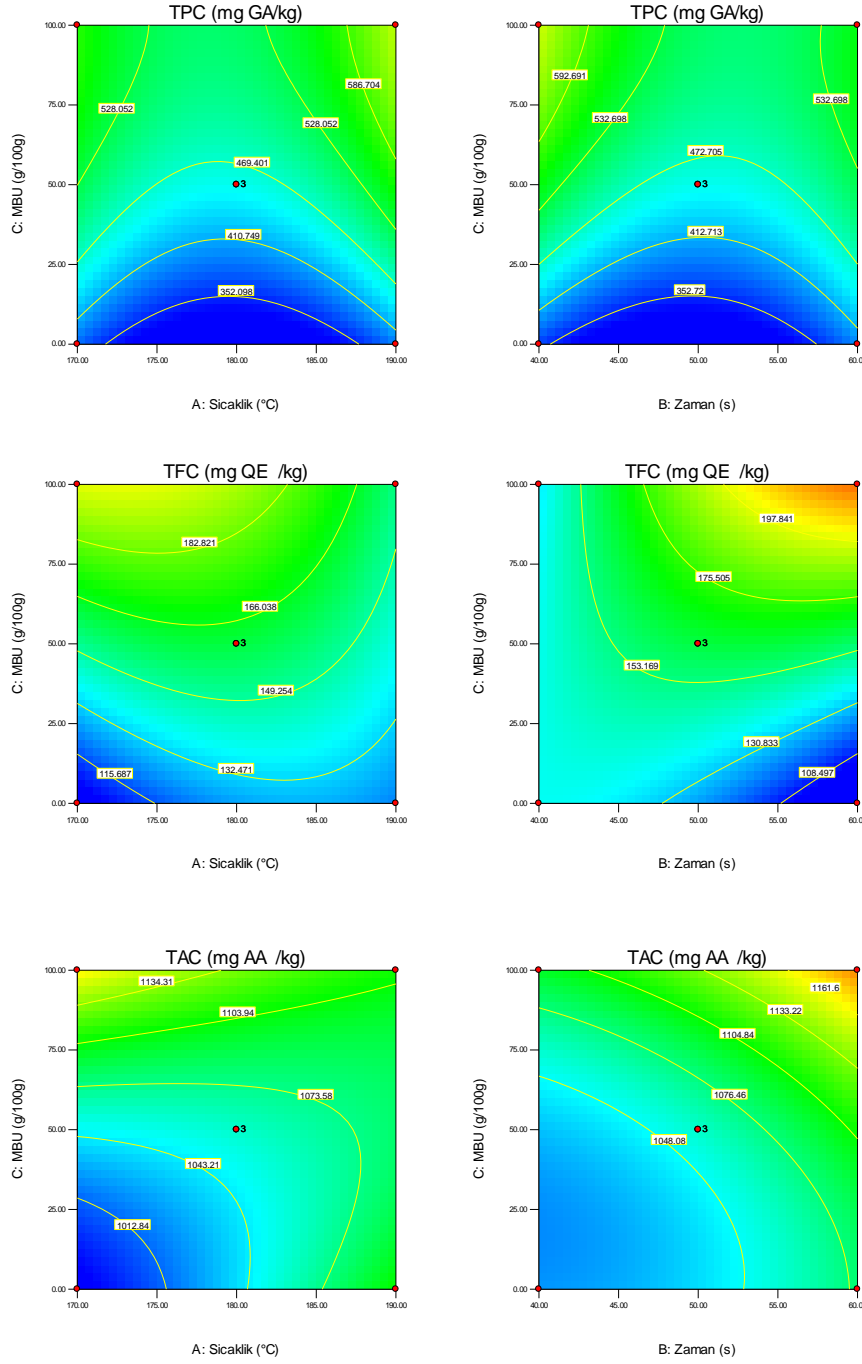
Örneklere ait DPPH (Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi (2,2 diphenyl 1-picpylhdrazyl)) aktivitesi değerleri 101.57 ile 262.88 mgAAE/kg arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek toplam DPPH içeriği 190 °C, 40 s ve 50 g/100g MBU ile 8 numaralı örnekte en düşük ise 170 °C, 50 s ve 0 g/100g MBU ile 5 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak ele alındığında formülasyonda kullanılan MBU’nun lineer etkisinin anlamlı bir şekilde örneklerin DPPH içeriklerini etkilediği görülmüştür ($p<0.05$, Tablo 3.9). Bunun yanında interaksiyon ve kuadratik sonuçların anlamsız

bulunduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Şekil 3.4 de MBU seviyesi arttıkça cips örneklerine ait DPPH içeriklerinin önemli derecede arttığı görülmektedir. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuş ($R^2=0.82$) ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu görülmüştür. (Tablo 3.3 ve Tablo 3.9). Modelin örneklerin DPPH sonuçlarını açıklamada yetersiz kaldığı uyum eksikliği sonucundan anlaşılmaktadır.

Örneklerin ABTS (Radikal Katyonu Süpürücü Etki) miktarları 59.25 ile 387.24 mgAAE/kg aralığında değişim göstermiş ve en yüksek ABTS miktarı % 100 MBU içeren cips hamuru formülasyonunun 170 °C’de 50 s süreyle kızartılması sonucunda (6 numaralı örnek) elde edilmiştir. En düşük ABTS değeri ise MBU ilavesi yapılmamış örneğin 170 °C’de 50 s süreyle kızartılması sonucu (5 numaralı örnek) elde edilmiştir. Tablo 3.9 da proses değişkenlerinin ABTS değerlerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. Cips örnekleri formülasyonuna MBU ilave edilmesi, son üründe ABTS değerlerini önemli seviyede ($p<0.01$) artırmıştır (Tablo 3.9 ve Şekil 3.4). Bununla birlikte cipslere uygulanan kızartma sıcaklığının ve süresinin artışı ABTS değerlerinde benzer şekilde artış sağlamamıştır ($p>0.05$). ANOVA sonuçları, proses değişkenleri arasındaki interaksiyonların etkilerinin de ABTS değerleri üzerine etkili olmadığını ortaya koymuştur ($p>0.05$). Ayrıca, ANOVA sonuçlarının proses değişkenleri arasındaki kuadratik etkilerinin ABTS değerleri üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur ($p<0.01$). Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuş ($R^2=0.98$) ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

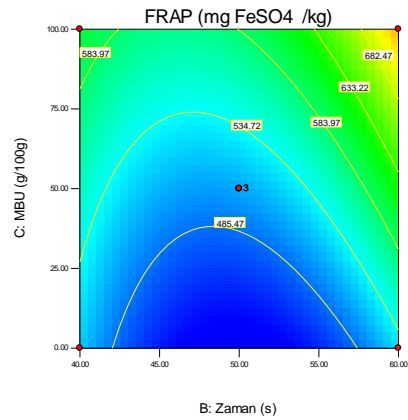
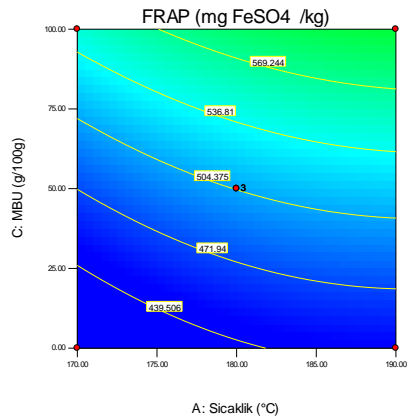
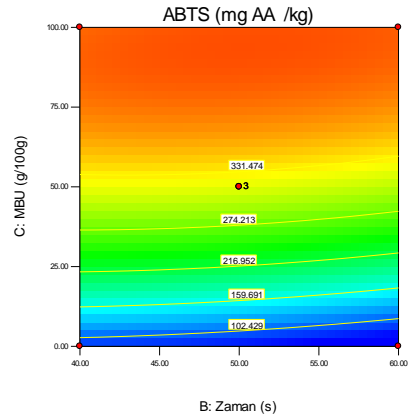
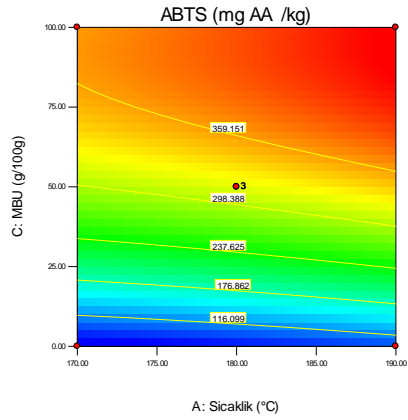
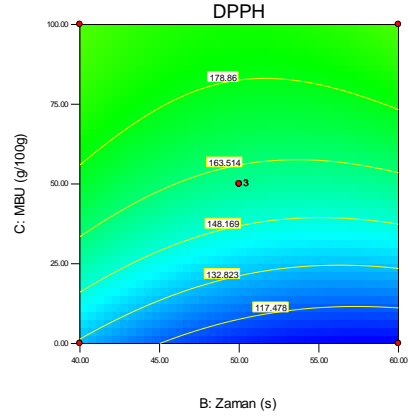
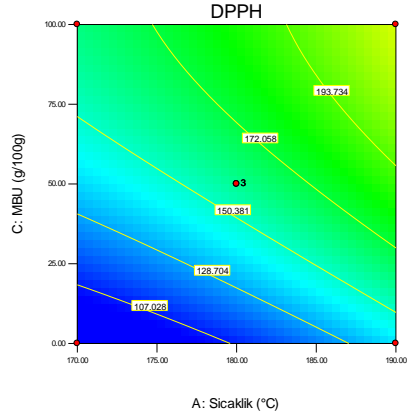
Örneklere ait FRAP (Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi) kapasitesi değerleri 446.20 ile 800.53 mgFeSO₄/kg arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek toplam FRAP içeriği 180 °C, 60 s ve 100 g/100g MBU ile 9 numaralı örnekte tespit edilmişken en düşük ise 180 °C, 40 s ve 0 g/100g MBU ile 4 numaralı örnekte belirlenmiştir. Tablo 3.9 da proses değişkenlerinin FRAP değerlerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. Cips örnekleri formülasyonuna MBU ilave edilmesi, son üründe FRAP değerlerini önemli seviyede ($p>0.05$) artırmamıştır (Şekil 3.4). Bununla birlikte cipslere uygulanan kızartma sıcaklığı ve süresinin artışı da FRAP değerlerinde benzer şekilde artış sağlamamıştır ($p>0.05$). ANOVA sonuçları, proses değişkenleri arasındaki interaksiyonların da FRAP değerleri üzerine etkili olmadığını ortaya koymuştur. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen

determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuş ($R^2=0.70$) ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür (Tablo 3.3 ve Tablo 3.9).



Şekil 3.4. Cips örneklerine ait bazı biyoaktif özelliklerin kontur gösterimi

Şekil 3.4'ün Devamı



Tablo 3.10. Cips örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Örnek	Renk	Sertlik (Gevreklik)	Tat/koku	Yağlılık	Genel Beğeni
1	6.07±1.33	6.53±1.64	5.93±1.83	5.27±1.33	6.60±1.40
2	6.93±1.87	7.13±1.77	6.07±1.71	4.87±1.85	6.33±1.54
3	5.67±1.42	5.20±1.15	4.67±1.16	4.47±0.95	5.07±1.33
4	6.07±1.75	6.33±2.06	5.73±1.87	5.07±2.15	5.67±2.19
5	7.20±1.21	6.67±1.84	6.67±1.45	6.13±1.36	6.73±1.44
6	6.80±1.57	6.27±1.79	6.27±1.71	4.47±2.10	5.93±1.67
7	7.40±1.60	7.47±1.87	6.87±1.94	6.87±1.21	7.53±1.67
8	5.93±1.67	5.33±1.95	5.40±2.41	5.00±1.93	5.53±2.45
9	7.07±1.69	6.33±1.58	5.87±1.81	6.33±1.26	6.60±1.42
10	5.60±2.32	6.20±1.86	5.07±2.76	4.47±2.61	5.47±2.36
11	7.20±1.37	7.67±1.05	7.00±1.60	6.13±1.06	7.20±1.32
12	5.93±1.75	6.13±1.81	5.27±1.98	4.80±1.74	5.80±1.86
13	7.07±1.16	6.73±2.05	5.60±1.55	4.67±1.63	6.13±1.85
14	6.20±1.61	5.73±2.34	6.07±1.44	5.20±1.70	5.80±2.04
15	6.47±1.30	7.27±1.16	5.60±1.99	5.27±2.28	6.20±1.57

Tez çalışması kapsamında oluşturulan her bir deneme noktası için üretimleri gerçekleştirilen cipslere ait duyu analizi sonuçları Tablo 3.10’da gösterilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere renk değerleri 5.60 ile 7.40 aralığında değişim göstermiş ve en düşük renk/görünüş değeri 50 g/100g MBU içeren cips hamurlarının 170 °C’de 60 s süreyle kızartılmaları sonucunda elde edilmiştir. En yüksek renk/görünüş değeri ise 50 g/100g MBU ilavesi yapılmış cips formülasyonunun 180 °C’de 50 s süreyle kızartılması sonucunda görülmüştür.

Örneklerin sertlik (gevreklik) değerleri 5.20 ile 7.67 aralığında değişim göstermiş ve en yüksek gevreklik değeri 50 g/100g MBU içeren cips hamuru formülasyonunun 170 °C’de 40 s süreyle kızartılması sonucunda elde edilmiştir. En düşük gevreklik değeri ise 50 g/100g MBU ilavesi yapılmış örneğin 180 °C’de 50 s süreyle kızartılması sonucu elde edilmiştir.

Örneklerin tat/koku değerleri, 4.67 ile 7.00 aralığında değişmiş ve en düşük tat/koku değeri 50 g/100g MBU içeren cips hamurlarının 180 °C’de 50 s süreyle kızartılmaları sonucunda elde edilmiştir. En yüksek tat/koku değeri ise 50 g/100g MBU içeren cips hamurlarının 170 °C’de 40 s süreyle kızartılması sonucunda görülmüştür. Örneklerin yağlılık değerleri, 4.47 ile 6.87 aralığında değişmiş ve en düşük yağlılık değeri 50 g/100g MBU içeren cips hamurlarının 180 °C’de 50 s süreyle kızartılmaları sonucunda elde

edilmiştir. En yüksek yağlılık değeri ise 50 g/100g MBU ilavesi yapılmış cips formülasyonunun 180 °C’de 50 s süreyle kızartılması sonucunda görülmüştür.

Örneklerin genel beğeni değerleri, 5.07 ile 7.53 aralığında değişmiş ve en düşük genel beğeni değeri 50 g/100g MBU içeren cips hamurlarının 180 °C’de 50 s süreyle kızartılmaları sonucunda elde edildiği gözlemlenirken en yüksek genel beğeni değeri ise 50 g/100g MBU ilavesi yapılmış cips formülasyonunun 180 °C’de 50 s süreyle kızartılması sonucunda görülmüştür.

Tablo 3.11. Proses değişkenlerinin Cips örneklerine ait duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz (F değerleri) sonuçları

Kaynak	Renk	Sertlik (Gevreklik)	Tat/koku	Yağlılık	Genel Beğeni
A	1.10	0.45	7.69*	0.43	1.29
B	0.12	0.66	6.61*	0.31	0.017
C	0.089	0.28	0.38	0.012	7.746E-004
AB	4.26	11.95*	9.84*	2.02	6.92*
AC	1.83	2.03	3.11	1.62	2.14
BC	0.17	0.018	0.48	0.68	1.549E-003
A^2	4.798E-003	0.90	0.78	0.66	0.16
B^2	0.61	0.17	1.21	0.16	2.03
C^2	0.59	0.46	0.35	0.67	1.00
Model	0.99	1.89	3.41	0.71	1.47
Uyum Eksikliği	2.06	1.27	0.27	1.31	0.70

A: Sıcaklık, B: Süre ve C: Mor Buğday Unu. *p<0.05, **p<0.01

Tablo 3.11 proses değişkenlerinin duyuşal değerlerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. Cips örnekleri formülasyonuna MBU ilave edilmesi, kızartma sıcaklığı ve süresinin son üründe renk/görünüş değerlerini önemli seviyede ($p>0.05$) etkilemediği tespit edilmiştir. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı $R^2=0.64$ olarak bulunmuş ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür (Tablo 3.3 ve Tablo 3.11).

Proses değişkenlerinin gevreklik değerlerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde cips örnekleri formülasyonuna MBU ilave edilmesi, kızartma sıcaklığı ve süresinin lineer etkilerinin, son üründe gevreklik

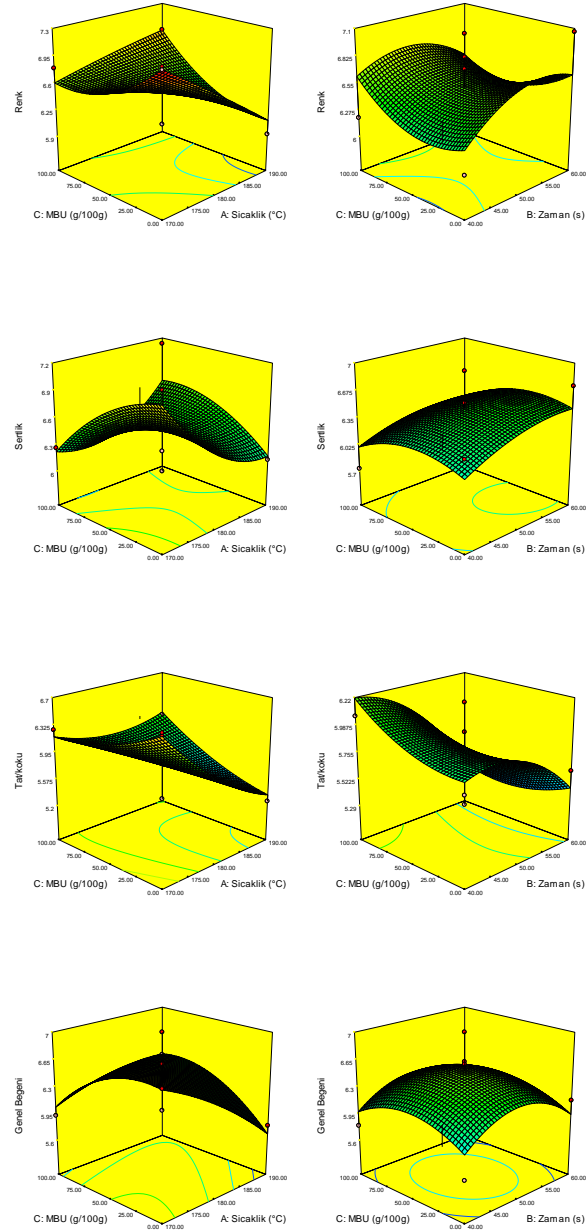
değerlerini önemli seviyede ($p>0.05$) etkilemediği görülmüştür. Ancak, ANOVA sonuçları, proses değişkenleri arasındaki kızartma sıcaklığı ve süre ($A*B$) interaksiyonların gevreklik değerleri üzerine etkili olduğunu ($p<0.05$) ortaya koymuştur. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuş ($R^2=0.77$) ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür (Tablo 3.3 ve Tablo 3.11). Şekil 3.5 de görüldüğü üzere cips formülasyonuna MBU ilave edildikçe örneklerin duyu salı sertlik değerlerinin azaldığı ve arzulanan gevreklik özelliğinin arttığı panelistler tarafından tespit edilmiştir.

Proses değişkenlerinin tat/koku değerlerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde cips örnekleri formülasyonuna MBU ilave edilmesi, son üründe tat/koku değerlerini önemli seviyede ($p>0.05$) etkilemediğini ortaya koymuştur (Tablo 3.11 ve Şekil 3.5). Ancak, kızartma sıcaklığı ve süresindeki artış örneklerin tat/koku içeriklerini lineer seviyede önemli derecede etkilediği görülmüştür ($p<0.05$). Ayrıca ANOVA sonuçları, proses değişkenleri arasındaki kızartma sıcaklığı ile süresinin interaksiyonlarının ($A*B$) tat/koku değerleri üzerine etkili olduğunu ($p<0.05$) ortaya koymuştur. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuş ($R^2=0.86$) ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür.

Cips örnekleri formülasyonuna MBU ilave edilmesi, kızartma sıcaklığı ve süresinin son üründe yağlılık değerlerini önemli seviyede ($p>0.05$) etkilemediği tespit edilmiştir. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı $R^2=0.56$ olarak bulunmuş ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür (Tablo 3.3 ve Tablo 3.11).

Tablo 3.11 proses değişkenlerinin genel beğeni değerlerinde meydana gelen değişime olan etkisine ait varyans analiz sonuçlarını göstermektedir. Cips örnekleri formülasyonuna MBU ilave edilmesi, kızartma sıcaklığı ve süresinin son üründe genel beğeni değerlerini lineer seviyede ($p>0.05$) etkilemediği gözlemlenirken, ANOVA sonuçları, proses değişkenleri arasındaki interaksiyonların (Kızartma sıcaklığı ile süre: $A*B$) genel beğeni değerleri üzerine etkili olduğunu ($p<0.05$) ortaya koymuştur. Elde edilen regresyon eşitliği için belirlenen determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuş ($R^2=0.73$) ve model için hesaplanan uyum eksikliğinin de istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Şekil 3.5 de görüldüğü üzere cips formülasyonuna MBU

ilave edildikçe örneklerin genel beğeni değerlerinin bir miktar azaldığı, fakat bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı bir değer taşımadığı anlaşılmıştır.



Şekil 3.5. Cips örneklerine ait duyuşal özelliklerin üç boyutlu gösterimi

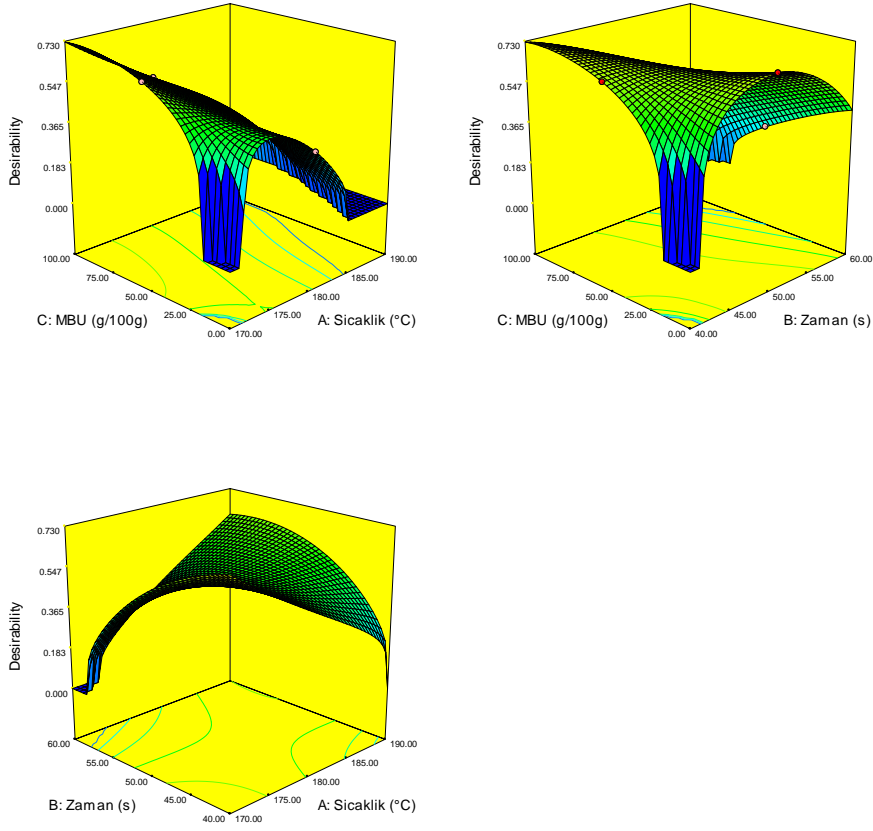
Tablo 3.12. Optimizasyon sonucunda elde edilen üretim metotları

Örnek	Kızartma Sıcaklığı (°C)	Kızartma Zamanı (s)	MBU (g/100g)	İstenirlik (Desirability)
1	170.00	40.00	92.72	0.730
2	170.00	40.00	91.30	0.730
3	170.12	40.00	92.20	0.726
4	170.04	40.00	99.94	0.726
5	170.20	40.00	91.23	0.724
6	170.00	40.00	67.54	0.704

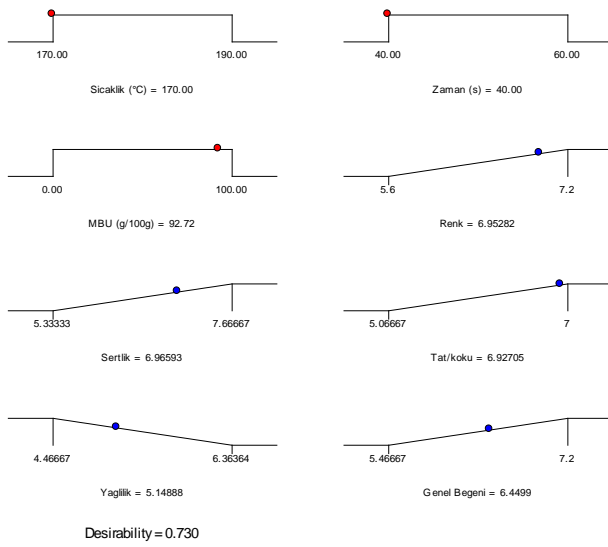
*İstenirlik için 0.70 (0.00-1.00) ve üzeri değerler alınmıştır. MBU: Mor Buğday Unu

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu unları kullanılarak hazırlanan cipslere uygulanan duyu analizi sonucunda elde edilen veriler ışığında hazırlanan optimizasyon sonuçları Tablo 3.12 de gösterilmiştir. Ayrıca cips üretim koşulları için formülasyon değişkenlerine göre istenirlik seviyesindeki değişim ve cips örneği için İstenirliği (desirability) en yüksek cips örneği için optimizasyon verileri Şekil 3.1 de verilmiştir. Panelistler tarafından en beğenilen noktalar dikkate alınarak yapılan optimizasyon sonucunda elde edilen en yüksek istenirlik değeri 0.73 olarak tespit edilmiştir. En yüksek istenirliğe sahip cips ürünü üretiminde kullanılacak olan un formülasyonu ve üretim şartları şu şekildedir; 92.72 g/100g MBU, 170 °C ve 40 s. Ayrıca İstenirliği 0.70 ve üzeri olan diğer tüm üretim şartları elde edilen optimizasyon sonucuna göre Tablo 3.12 de gösterilmiştir.

Panelistlerin verdiği duyu skorları temel alınarak hazırlanan optimizasyon sonucu elde edilen istenirliğin üç boyutlu grafiği Şekil 3.1 de gösterilmiştir. Buna göre cips formülasyonunda MBU miktarı arttıkça istenirlik seviyesinin arttığı, kızartma sıcaklık ve süresinin arttıkça ise istenirliğin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca optimizasyon analizi için Design Expert programında kullanılan duyu sonuçlarının ve faktörlerin verildiği grafik rampaları da Şekil 3.13 de verilmiştir.



Şekil 3.6. Cips üretimi istenirlik seviyesindeki değişim



Şekil 3.7. İstenirliği en yüksek cips örneği için optimizasyon veri rampaları

Tartışma

Bu tez çalışması ile birlikte MBU'nun derin yağda kızartılmış cips ürünü olarak kullanılabilirliği ortaya konulmuştur. Cips sektörün en önemli sürücü güçlerinden biri olan yeni ve alternatif cips ürünleri arayışı sürekli olarak devam etmektedir. Özellikle piyasaya yeni sürülen cips çeşitlerine müşterilerin ilgisi bir zaman sonra azalmaktadır. Bu durum cips endüstrisini müşterilerini kaybetme endişesine sevk etmekte ve sürekli olarak onlar için yeni ve alternatif ürünler üretmek mecburiyetinde bırakmaktadır. Bu kapsamda son yıllarda buğday cipsi ve buğday ürünlerinden yapılan tahıl cipsleri bu arayışa önemli katkı yapmış ve gelecekte de daha fazla katkı yapacağı anlaşılmıştır. Mor buğday unu içermiş olduğu önemli besinsel özellikleri ile birçok fırıncılık ürününde kullanılırken derin yağda kızartılmış cips olarak hiç denenmediği görülmüştür. Tamda burada cips sektörün ve tüketicilerin aradığı farklı bir lezzet olabileceği düşünülerek MBU'nun derin yağda kızartılmış cips ürününde hem tek başına hem de normal ekmeklik buğday unu ile birlikte yanıt yüzey yöntemi kullanılarak hazırlanan deneme tasarımına göre cipsler üretilmiş ve bu ürünlerin fizikokimyasal, tekstürel, renk, besinsel ve duyuşsal özellikleri ortaya konulmuştur. Ayrıca, yanıt yüzey yöntemi kullanılarak hazırlanan deneme tasarımına göre hazırlanan cipslerin panelistler tarafından verilen duyuşsal skorlarına göre Design Expert programı (Versiyon:7, Statease, ABD) kullanılarak optimizasyonu yapılmış ve en beğenilen üretim şartları da ortaya konulmuştur.

Örneklerin bazı fizikokimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

MBU ve normal ekmeklik buğday kullanılarak hazırlanmış buğday cipslerine ait kuru madde verileri ve varyans analiz sonuçları Tablo 3.1 ve Tablo 3.2 de gösterilmiştir. Ayrıca verilere ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.1 de verilmiştir. Tabloda verilen sonuçlar incelendiğinde MBU ilavesi ile birlikte örneklerin kuru madde değerleri artarken nem değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. MBU'nun örneklerin kuru madde değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Kızartma sıcaklığın ve süresinin artışı ile birlikte örneklerin kuru madde içeriklerin arttığı görülmüşse rağmen bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Derin yağda kızartılmış ürünlerde örneklerde nem azalması genellikle beklenen bir durumdur. Bunun sebebi kızartma anında yüksek ısı ile birlikte örneklerdeki nemin buharlaşarak üründen uzaklaşması olarak gösterilmektedir (Kayacier vd, 2014a). Kızartma anında sıcaklık ve sürenin birçok çalışmada önemli olduğu ve cips ürünlerin nemin azalmasında baş faktörlerden olduğu belirtilmektedir fakat bizim çalışmamızda MBU'nun etkisi bu diğer iki

faktörden daha önemli olduğu görülmüştür. Bunun sebebi MBU'nun içermiş olduğu düşük glüten kalitesi olarak gösterilebilir. Gluten buğday ürünlerinde en önemli proteindir. Bu protein sayesinde fırıncılık ürünlerinde başta ekmek olmak üzere birçok üründe o ürüne ait yapısal karakterler oluşmaktadır. Gluten içermeyen ürünlerden üretilen fırıncılık ürünlerinde ise yapısal sorunlar görülmektedir. Cips gibi kabartılması istenmeyen ürünlerde glüten proteinin varlığı ile son üründe arzulanan tekstür ve hacim oluşumu sağlamaktadır (Özüğür ve Hayta, 2011). Bu kapsamda düşük glüten içeriği ile üretilen cips hamurlarında yeterince oluşmamış iç ağlar nedeniyle ürün kızartma ortamında içermiş olduğu nemi bırakmış ve son ürünlerdeki kuru madde değerlerini artırdığı düşünülmektedir. Ayrıca her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde etmemiş olsak da kızartma sıcaklığı ve süresinin de bu azalmada önemli rol üstlendiğini belirtmemiz gereklidir. Yapılan bir çalışmada da MBU ya ait protein ve kuru glüten sonuçları şu şekilde verilmiştir; % 8.5 ve 0.285 g (Kassegn, 2018). Yine bu çalışmaya göre MBU'nun ekmeklik buğday ununa göre düşük glütene sahip olduğunu ve MBU ile üretilecek ekmeklerde farklı katkı maddeleri ve farklı fermantasyon sürelerinin denenmesi gerektiği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada MBU ya ait yaş ve kuru glüten içerikleri şu şekilde bulunmuştur; % 25 ve % 8.9 (Sramkova vd, 2009). Piyasadan temin ettiğimiz MBU'ya ait protein değerinin ise % 15 olduğu belirlenmiştir. Türk Standartları Enstitüsüne göre mısır ve patates cipslerinde bulunması gereken en fazla nem sırasıyla şu şekilde verilmiştir; % 3.5 ve % 3.0 (TS 3628, 1991). Çalışmamızda ürünlerin nemlerinin 0.09 ile 3.09 g/100g arasında olduğu belirlenmiş ve bu değerlerin TSE de verilen sınırlar içinde olduğu anlaşılmıştır. Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unu kullanılarak yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş deneme tasarımı ile hazırlanan örneklerin kuru madde içeriklerine modelin verdiği determinasyon katsayısının yüksek olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca uyum eksikliği değerlerinin istatistiksel açıdan önemsiz çıkması bu çalışma için hazırlanan model eşitliğinin bu cips örneklerinin kuru madde değerlerini rahatlıkla açıklayabildiğini göstermektedir.

MBU ve normal ekmeklik buğday kullanılarak hazırlanmış cipslere ait kül sonuçları ve varyans analiz verileri Tablo 3.1 ve Tablo 3.2 de gösterilmiştir. Ayrıca sonuçlara ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.2 de verilmiştir. Örneklerin kül içerikleri üzerine MBU'nun lineer etkisi önemli bulunmuş ve formülasyondaki MBU miktarı arttıkça son ürünlerdeki kül miktarının da arttığı tespit edilmiştir. Kızartma sıcaklığının ve süresinin etkisinin önemsiz bulunduğu çalışmada uyum eksikliği de önemsiz bulunmuştur. Çalışmada kullanılan Box-

Bhenken modelin örneklerin kül içeriklerini rahatlıkla açıkladığı görülmüştür. Kül içeriklerinin en yüksek ve en düşük olduğu veriler ile birlikte, üretim şartları şu şekilde tespit edilmiştir; 1.00 (180 C, 50s ve 50 MBU g/100g) ve 2.08 g/100g (180 C, 40s ve 100 MBU g/100g). Mor buğday ununun % 5.50 (Kassegn 2018), % 1.88 (Kumari vd., 2020), % 2.60 (Tian vd., 2018) ve % 1.2 (Gamel vd., 2019b) oranında kül içerdiklerini belirtilmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan ekmeklik buğday ununa ait kül içeriği % 0.55 olarak bulunmuştur. Gamel vd, (2019a) da mor buğdaydan üretilen bar ve krakerlerin kül içeriklerini sırasıyla 1.7 g/100g ve 3.6 g/100g olarak tespit etmişlerdir. Yapılan bir çalışmada bayat ekmek unu ilave edilerek üretilen cipslerin kül miktarlarının bayat ekmek unu ilavesi ile yükseldiği (%1.92) belirtilmiş ve üretim esnasında tuz bileşiğinin varlığının mineral madde oranını yükselttiği ve buna bağlı olarak da örneklerin kül içeriğinin artışına neden olduğu bildirilmiştir (Yüksel, 2014). Fleischman vd., (2016) kepek çeşitleriyle desteklenmiş ekstrüde buğday unu atıştırmalıklarıyla ilgili yapmış oldukları çalışmada mor renkli kepeğin, kırmızı kepeğe oranla daha az miktarda kül içeriğine (3.82 g/100g) sahip olduğu belirtilmiştir. Hem yapmış olduğumuz çalışmalar, hem de literatürde yer alan sonuçlar benzerlik teşkil etmektedir. MBU'nun formülasyondaki kül oranını yükseltmesine sebep olması yapmış olduğumuz çalışmada beklenen bir sonuçtur.

Cipslere ait su aktivitesi sonuçları ve varyans analiz verileri Tablo 3.1 ve Tablo 3.2 de gösterilmiş ve sonuçlara ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.2 de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre kızartma sıcaklık ve süresinin lineer etkisi anlamlı bulunurken MBU'nun etkisi anlamsız olduğu tespit edilmiştir. İnteraksiyon ve kuadratik etkileri ile uyum eksikliği sonuçları da anlamsız bulunmuştur. Yüksek determinasyon katsayısına (R^2 : 0.87) sahip su aktivitesi sonucu için kullanılan model sonuçları rahatlıkla açıklayabildiği görülmüştür. Kızartılmış ürünlerindeki su aktivitesi sonuçlarına en önemli etki ürününü içermiş olduğu nem miktarı olarak söylenmektedir (Yüksel vd., 2020). Bu kapsamda örneklerin içermiş oldukları nem içeriklerinin 3,09 g/100g ile 0.09 g/100g arasında olduğu düşünüldüğünde örneklerin su aktivitesi sonuçlarının da oldukça düşük bulunmasının temel sebebi olduğu görülmektedir.

Örneklere ait yağ içerikleri ve varyans analiz sonuçları Tablo 3.1 ve Tablo 3.2 de gösterilmiş ve sonuçlara ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.2 de verilmiştir. Ayrıca model çalışmasına ait veriler Tablo 3. 3 de verilmiştir. Cipslerin yağ içerikleri üzerine MBU'nun hem lineer hem de kuadratik etkisi önemli bulunurken diğerlerinin önemsiz olduğu görülmüştür. Uyum eksikliğinin de önemsiz olduğu ve modelin örneklerin yağ sonuçlarını

yüksek determinasyon katsayısı ile açıkladığı belirlenmiştir. Formülasyondaki MBU miktarı arttıkça son ürünlerdeki yağ içeriği önemli seviyede azalmıştır. Bu durum MBU'nun formülasyonda artması ile ürün içeriğindeki diyet lif ve protein oranında artması ile ilişkilendirilebilir. MBU'nun içermiş olduğu diyet lif ve protein oranları yapılan bazı çalışmalarda şu şekilde tespit edilmiştir; % 11.3 diyet lif ve % 10.3 protein (Gamel vd., 2019b), % 2.60 kül ve % 19.29 protein (Tian vd., 2018), % 9.8 diyet lif ve % 10.3 protein (Saini vd., 2020) ve % 12.6 diyet lif ve % 11.5 protein (Abdel-Aal vd., 2018) dir. Çalışmada kullanılan MBU'nun % 8.5 diyet lif ve % 15 protein içerdiği tespit edilmiştir. Cips ürünlerinin yağ absorblamasındaki temel etken içermiş olduğu nem ile kızartma ortamındaki yağın yer değiştirilmesi olarak gösterilmektedir (Mellema, 2003; Yuksel, 2014; Lumanlan vd., 2020). Son yıllarda cips ürününün içermiş olduğu nemin kullanılacak bazı kaplama maddeleri ile içerde hapsedilmesi ve kızartma anında yağ ile yer değişiminin engellenerek son ürünlerdeki yağ içeriğini azaltma üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Durmaz ve Yuksel., 2021; Yuksel, 2014; Esturk vd., 2000). Diyet lif içeriği yüksek ürünler bu kapsamda kullanılmaktadır. Protein, cips benzeri derin yağda kızartılmış gıda ürünlerinde yüksek ısıl işlemler ile denatürasyona uğramakta ve ürün yüzeyini kaplayarak adeta bir bariyer görevi görmektedir. Bu sayede kızartma anında nem ve yağın yer değişimini engelleyerek son ürünlerdeki yağ miktarının artmasını önlemektedir (Durmaz ve Yuksel., 2021; Yuksel, 2014). Çalışmada artan diyet lif ürün içindeki nem ile bağ yaparak nemin kızartma anında üründen uzaklaşmasını önlediği ve artan proteinde ürün yüzeyinde yüksek ısıl işlem etkisi ile bariyer gibi örttüğü ve son ürünlerdeki nemin azaltılması ile cipslerin yağ içeriklerini azalttığı anlaşılmaktadır. Ülkemizde TSE'ye göre cips ürünlerin en fazla yağ içeriğinin % 40 olması istenmektedir (Anonim, 2011). Cips örneklerin yağ içerikleri incelendiğinde 13 numaralı örnek dışında (40.73 g/100g) tüm örneklerin bu kurala uyduğu görülmüştür. Ayrıca MBU'nun yağ içeriği üzerine yapılan bazı çalışmalarda şu sonuçlar bulunmuştur; Kumari vd., (2020) yapmış oldukları çalışmada; beyaz buğday unu ve MBU'nun yağ içerikleri bakımından kıyaslayarak önemli bir farklılık belirtmemişlerdir. Yağ içeriği beyaz buğday ununda %1.10 iken, MBU'nda ise %1.15 belirterek, ısıtma işleminin yağ içeriği bakımından önemli değişime neden olmadığını bildirmişlerdir. Guo vd., (2013) MBU besin bileşenleri üzerine yaptıkları analizlerde, kontrol numunesi (%0.88) ile MBU yağ içeriğini %1.21 kıyaslayarak benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Mor buğday unu ve ekmeklik buğday unun kullanılarak Tablo 2.1 e göre hazırlanan cips örneklerinin sahip olduğu protein içerikleri 5.29 ile 9.39 g/100g arasında değiştiği

belirlenmiştir. MBU ilavesi artış gösterdikçe cips ürünlerindeki protein oranı da aynı şekilde artış göstermektedir. Örneklerin protein içeriklerindeki bu değişim üzerine kızartma sıcaklık ve süresi ile MBU'nun lineer etkilerinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kızartma sıcaklığı ve kızartma süresinin interaksiyon etkisinin de örneklerin protein içeriklerindeki değişime anlamlı katkı yaptığı görülmüştür. Özellikle MBU ilavesinin cipslerin protein içeriklerini artırdığı, kızartma sıcaklık ve süresinin ise azalttığı Şekil 3.1 de daha net görülmektedir. Burada cips örneklerinin protein oranlarının artış göstermesi beklenen bir sonuçtur ve ilave edilen MBU'nun protein oranının yüksek olması da istenilen bir durumdur. Bu durum MBU'nun içermiş olduğu protein içeriği ile açıklanabilir. Kumari vd., (2020) yapmış oldukları çalışmada MBU ve beyaz buğday ununun protein içeriklerini karşılaştırmışlardır ve beyaz buğday ununun protein oranını %9.93, MBU protein oranını ise %11.01 olarak tespit ederek; buğdayın yüksek protein içeriğinin buğdayın ekonomik değerinin belirlenmesinde kilit bir faktör olduğu için arzu edildiğini belirtmişlerdir. Guo vd., (2013) yaptıkları çalışmada beyaz buğday ununun protein içeriği %13g/100g ile MBU'nun protein içeriğini %15.17g/100g kıyasladıklarında bu sonuçlara ulaşmışlardır. Bir başka çalışmada ise Ficco vd., (2016) mor makarnalık buğdayın protein oranı (%13.82) olarak tespit etmişlerdir. Kasseng, (2018) Etiyopya mor buğdayı üzerinde yapmış olduğu çalışmalarda ham protein içeriğini %8.53 olarak belirtmiştir bu oranı Sramkova vd., (2009) %10-18 arasında belirtmiştir. Bu bakımdan protein içeriğinde meydana gelen farklılıklar; coğrafi konuma ve düşük nitrojen seviyelerine sahip topraklarda protein içeriğini etkileyebileceğinden toprak verimliliğine de bağlanabilir. Farklı bir çalışmada ise Tian vd., (2018) mor buğday ve normal buğdayın fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Protein içerikleri ile ilgili elde ettikleri sonuçlar sırasıyla %14.59 ve %19.29 olarak tespit edilmiştir. Temel kalite özelliklerinin protein ve yaş glüten indeksinde, mor buğdayın normal buğdaya göre daha yüksek ve önemli olduğunu belirtilmiştir. Fleischman vd., (2016) farklı kepek çeşitleriyle ekstrüde balmumu buğday unu atıştırma malıkları üzerine yapmış oldukları çalışmada beyaz kepeğin protein içeriğini 11.96g/100 g, mor kepeğin protein içeriğini ise 18.77g/100 g bularak benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Yapılan bazı diğer çalışmalarda MBU'nun protein içerikleri şu şekilde bulunmuştur; % 10.3 protein (Gamel vd., 2019b), % 10.3 protein (Saini vd., 2020) ve % 11.5 protein (Abdel-Aal vd., 2018). Çalışmada kullanılan MBU'nun % 15 ve ekmeklik buğday unun % 11.1 protein içerdiği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar ile formülasyonda kullandığımız MBU'nun

protein içeriğinin yakın olduğu ve cips örneklerindeki artan protein miktarının MBU ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapmış olduğumuz çalışmada, cips örneklerinin enstrümental sertlik değerleri Tablo 3.2 incelendiğinde en yüksek sertliğin 39.61 kg ile 11 numaralı örnekte (170 °C, 40s ve 50 g/100g MBU) olduğu tespit edilirken en düşük değerin ise 17.20 ile 4 numaralı örnekte (180 °C, 40s ve 0 g/100g MBU) olduğu belirlenmiştir. İstatiksel olarak örneklerin enstrümental sertlik değerleri üzerine hiçbir faktörün etkisi anlamlı bulunmamıştır. Fakat Şekil 3.1' e göre MBU'nun formülasyona ilavesiyle cips örneklerin sertlik değerlerinde bir artış olduğu görülmektedir. Bu değişimde özellikle MBU'nun etkisinin olduğu anlaşılmıştır. Derin yağda kızartılmış cips ürünlerinin gevrekliği tüketici tarafından oldukça önemiyet taşımaktadır. İstenilen düzeydeki sertlik, cips ürünlerinde kalite parametrelerinden sayılabilmektedir. Tüketiciler tarafından istenilen düzeye ulaşmış cipslerin gerek içermiş olduğu bileşenler bakımından, gerekse kızartma şartları ve ktır-gevreklik bakımından rolü önemlidir. Bir araştırmaya göre cips yiyen bireylerin, çiğneme sırasında ağızdaki (kıtırtılı) sestten dolayı beyinde bir sinyal etkisi yapıp mutluluk hormonunu salgıladığı, bunun sonucunda cips ürünlerine olan ilgi ve tüketim alışkanlıklarını yükselttiği belirtilmiştir (Elder ve Mohr, 2016; Spence, 2015). Gıda sanayisinde özellikle cips sektörü göz önüne alındığında, bahsi geçen bu niteliklerin ürün pazarlama stratejisi olarak kullanıldığı gözlemlenmektedir. Derin yağda kızartılmış cips gibi çerez gıdaların sertliğine etki eden faktörler arasında örneğin içermiş olduğu nem, protein, diyet lif, formülasyonda kullanılan kaplama materyalleri miktarının yanında cips hamuru şekli ve kalınlığı, kızartma şartları ve ortamının da yer aldığı belirtilmektedir (Mellema, 2003; Yüksel, 2014; Wani vd., 2017). Çalışmada tüm deneme noktalarında cips hamurların kalınlığı 1.00 ± 0.2 mm ve şeklin (daire) çapı 3.00 ± 0.2 mm olarak sabitlenmiştir. Ayrıca tüm deneme noktalarında aynı kızartma yağı (mısır) kullanılmıştır. Dolayısıyla yukarıda ifade edilen şartlar göz önüne alındığında örneklerin sertlik değerlerini içermiş olduğu besinsel elementlerden dolayı değiştiği düşünülmektedir. Nitekim örneklerin sertlik değerlerindeki artışın MBU'nun formülasyondaki artışı ile birlikte artan kuru madde, diyet lif ve protein oranlarına bağlı olduğu da söylenebilir. Yüksel vd., (2015) yaptıkları bir çalışmada buğday cips ürününe arpa unu eklemişlerdir. Bunun sonucunda ciplerin sertlik seviyelerinin arpa unu eklenmesine bağlı olarak yükseldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca arpa ununda bulunan β -glukan gibi lif içeren bileşenler sayesinde örneklerdeki suyu bağladığı ve sertliği yükselttiği belirtilmiştir. Lisinska vd., (2005) yaptıkları bir araştırmada patates

kızartmasının yapısını inceleyip, yapıda bulunan suyun uzaklaşması ve dokunun zarar görmesine bağlı olarak örneklerde tekstürel anlamda bir zayıflamanın olduğunu belirtmişlerdir. Kumari vd., (2020) yapmış oldukları çalışmada mor buğdayın sertlik indeksini ve beyaz buğdayın sertlik indeksini tespit etmişlerdir. Mor buğdayın sertlik indeksi 84.91 iken, beyaz buğday 76.22 bulunmuştur. Ayrıca beyaz kepekle zenginleştirilen ekstrüdanların sertliğini (9.72 N) bulup, mor kepekle zenginleştirilmiş ekstrüdanların sertliğini (22.50 N) bulmuşlardır. Bu veriler göz önüne alındığında artan sertlik, yoğunluk ve sınırlı genişlemeler ekstrüdanların kalitesini düşürmüş olabilir.

Örneklerin enstrümental renk analiz (L^*,a^*,b^*) sonuçlarının değerlendirilmesi

Örneklere ait enstrümental renk (L^*,a^*,b^*) sonuçları ve varyans analizleri Tablo 3.4 ve Tablo 3.5’de, sonuçlara ait üç boyutlu görünüm ise Şekil 3.2 de gösterilmiştir. Modele ait sonuçlar da Tablo 3.3’ de verilmiştir. MBU miktarı cips üretim formülasyonunda arttıkça son ürünlerdeki L^* değerlerinin önemli oranda azaldığı görülmüştür ($P<0.01$). Kızartma sıcaklığı ve süresinin ise son ürünlerdeki L^* değerlerine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0.05$). MBU içermiş olduğu renk bileşikleri nedeniyle koyu bir renge sahiptir. MBU ilave edilmiş cips örneklerindeki L^* değerlerindeki azalma MBU’dan gelen renk bileşikleri ile açıklanabilir. Her ne kadar istatistiksel açıdan önemli olmasa da kızartma sıcaklığı ve süresinin de son ürünlerdeki L^* değerlerini azalttığı söylenebilir. Cips ürünlerindeki renk değerleri üzerine kızartma şartları ile ürüne ilave edilen katkı maddelerinin ve ürünün içermiş olduğu renk bileşiklerinin önemli olduğu belirtilmektedir (Yuksel, 2014). Ayrıca kızartma ile oluşan Maillard reaksiyonunun cips ürünlerindeki son ürün rengi üzerinde önemli etkisinin olduğu yapılan birçok çalışmada belirtilmiştir (Rababah vd., 2012; Kayacier vd., 2014b; Yuksel vd., 2015). Cipslerin a^* değerlerini MBU, kızartma sıcaklığı ve süresi arttıkça önemli oranda artırdığı belirlenmiştir ($p<0.01$). Örneklerin kırmızılık-yeşillik değerlerini ifade eden a^* verilerindeki bu artışın en temel sebebinin yukarıda da ifade edildiği gibi Maillard reaksiyonu olduğu söylenebilir. Bununla birlikte MBU’dan gelen renk bileşiklerinin de etkili olduğu unutulmamalıdır. Cipslerin sarılık-mavilik değerleri olan b^* verileri MBU’nun formülasyonda artması ile önemli oranda azalmıştır ($p<0.01$ ve $p<0.05$). Genel de tüketicilerin cips ürününde beklediği altın sarısı kavramı MBU’lu cipsler için söylenememektedir. Bunu nedeninin MBU’nun içermiş olduğu renk bileşikleri olduğu ve son ürünlerdeki sarılık değerlerini azalttığıdır. MBU yüksek yoğunluklu tannin (25.6 mg CE /100 g), toplam fenol (25.3 mg catechin eq/100 g) ve antosiyanin (197.4 mg/100 g) içerdiği bildirilmiştir (Kasseng, 2018). Janeckova vd., (2014)

de yaptıkları bir çalışmada mor buğday kepeği ilave edilmiş bir fırın ürünü olan konini'nin renk içeriklerini analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda L*,a* ve b* değerlerinde önemli oranda azalmalar gözlemlenmiştir. Mor buğday unundan yapılmış bisküvilerin renk değerleri şu şekilde bulunmuştur; 100-L*: 52.77, a*: 7.29 ve b*:20.39 dur (Pasqualone vd., 2015). Yapılan bu çalışma ile bizim çalışmamızın sonuçları benzer olduğu tespit edilmiştir. Verilen bu çalışmada örneklerin renk içerikleri içermiş oldukları biyoaktif bileşiklerin yansımaları olduğu belirtilmiş, örneklerdeki kırmızılık (a*) ve siyahlık (100-L*) değerleri artarken sarılık (b*) değerlerinin azaldığı belirtilmiştir.

Örneklerin bazı besinsel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Cipslere ait EDN sonuçları ve varyans analizleri Tablo 3.6 ve Tablo 3.7 de gösterilmiştir. Ayrıca sonuçlara ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.3 de verilmiştir. MBU'nun artması ile cips örneklerindeki EDN miktarında artış belirlenmesine rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kızartma sıcaklığı ve süresinin de etkileri aynı şekilde anlamsız tespit edilmiştir. Ayrıca istatistiksel olarak uyum eksikliği önemsiz bulunmuştur. Modelin örneklerin EDN içeriklerini rahatlıkla açıklayabildiği görülmüştür. Beslenme açısından diyet lif etkisi gösteren enzime dirençli nişasta son yıllarda birçok araştırmacının ilgi odağı haline gelmiştir. İnsan vücudundaki sindirim enzimleri (pankreatik enzimler) tarafından sindirilemeyen, fakat kalın bağırsığımızdaki bakteri florası tarafından fermente edilen nişastalara enzime dirençli nişasta denmektedir. Karbonhidrat bazlı ürünlerdeki en temel bileşen olan nişastanın yapısında kimyasal, teknolojik ya da mikrobiyolojik değişimler yaparak sindirim sistemi enzimlerine karşı dayanıklı hale getirilmektedir. Kalın bağırsığımızdaki bakteri florası tarafından fermente edilerek sindirildiği için son yıllarda prebiyotik kaynak olarak da kullanılması enzime dirençli nişastaya diyet lif etkisi gösteriyor denmesini sağlamaktadır (Setiarto vd, 2018; Yuksel and Karaman, 2015). Karbonhidratça zengin cips ürünleri iyi bir enerji kaynağıdır. Fakat tüketimde aşırıya kaçılması bu ürünlerin sağlık açısından başta obezite olmak üzere birçok soruna yol açabileceği belirtilmektedir (Durmaz ve Yuksel, 2021). Bu bakımdan en önemli karbonhidrat kaynağı nişasta olan tahıl bazlı cipslerin tüketiminde EDN içeriğinin artırılması sağlık açısından oldukça önemlidir. Çalışmamızda örneklerin içermiş olduğu enzime dirençli nişasta miktarı en düşük 0.51 g/100g, en yüksek ise 0.80 g/100g belirlenmiştir, buna bağlı olarak % 29'luk bir artış (MBU içermeyen örneklerle göre) yaptığı tespit edilmiştir. Miktar olarak örneklerin içermiş olduğu EDN düşük olsa da bu artışın önemli olduğu söylenebilir. Tahıl bazlı cips ürünlerinde tespit edilen bazı EDN

içerikleri şu şekildedir; Buğday cipsi % 0.36-0.86 (Yuksel, 2014), mısır cipsi 0.7 g/100g (Murphy vd, 2008), mısır cipsi 0.52-.080 g/100g (Yuksel vd, 2020), mısır cipsi 0.7-0.8 g/100g (Gelroth vd, 2000), bol tahıllı cips 0.9 g/100g (Patterson vd, 2020). Cips örneklerin bu artışında ayrıca MBU'dan gelen bazı fenolik bileşiklerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Yapılan son çalışmalarda bazı fenolik bileşiklerin nişasta bazlı ürünlerde EDN içeriklerini arttırdığı belirtilmektedir (Giuberti, vd., 2020). Goni vd., (1996) yapmış oldukları çalışmada buğday unundaki enzime dirençli nişasta oranını % 1'den daha az olduğunu belirtmişlerdir. Buğday ununun enzime dirençli nişasta oranının az olması, yapısında bulunan nişastanın jelatinize olamayışından kaynaklanabildiği sanılmaktadır. Sajita ve Singhal, (2005) jelatinize olmuş nişastanın yağda kızartılan cips ürünlerinin yağ oranlarını düşürdüğü belirterek, Bu durumun enzime dirençli nişastanın suyu bağlama özelliklerini yükseltmesinden dolayı olduğu belirtmişlerdir. Nugent (2005) ise çerez ve türevi gıdaların yağ oranlarını azaltmak için ticari EDN 'Tip2 ve Tip3' kullanılabileceğini öngörmüşlerdir. Liu vd., (2019) yapmış oldukları çalışmada buğday ununa mor yam (*Dioscorea alata L.*) ilave edilerek hazırlanan ürünün sindirilebilirliği üzerine araştırma yapmışlardır. Enzime dirençli nişasta içeriğini ana bileşen için %34.9'dan % 70'e yükseldiği, buğday ununda % 30, mor yam ununda ise % 41.3'e yükseldiği belirtilmiştir. MBU ve normal ekmeklik buğday kullanılarak hazırlanmış ciplere ait DON ve TN sonuçları ve varyans analiz verileri Tablo 3.6 ve Tablo 3.7 de gösterilmiştir. Ayrıca sonuçlara ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.3'de ve modelin etkisin gösteren veriler Tablo 3.3'de gösterilmiştir. MBU'nun formülasyondaki, artışı ile birlikte örneklerin DON ve TN içeriklerinin hem lineer olarak hem de kuadratik etki bakımından önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca sıcaklıkla birlikte MBU'nun interaksyonel etkisi de örneklerin DON ve TN içerikleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Örneklerin DON ve TN içerikleri hesap edilen EDN değerlerinden çıkartıldığında ortaya çıktığı için benzerdir. Örneklerin TN içerikleri 55.42 g/100g ile 76.97 g/100g arasında değiştiği görülmüştür. Yapılan bazı çalışmalarda MBU'nun içermiş olduğu toplam nişasta yada karbonhidrat içeriği şu şekildedir; % 66.03 karbonhidrat (Kumari vd., 2020), % 64.85 karbonhidrat (Kassegn vd., 2018), 54.4 g/100g nişasta (Abdel-Aal vd., 2018), % 48.7 nişasta (Gamel vd., 2019b), % 48.7–59.9 nişasta (Saini vd., 2020). Literatürdeki TN sonuçları ile çalışmada elde edilen TN sonuçlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ketentohumu ile zenginleştirilmiş erişte üzerine yapılan bir çalışmada örneklerin en yüksek DON ve TN içerikleri sırasıyla şu şekilde tespit edilmiştir; 74.47 g/100g ve 75.23 g/100g

(Yuksel, 2019). Çağlar (2020) de siyez unu ile zenginleştirilmiş peksimet üzerine yaptığı tez çalışmasında örneklerin en yüksek DON ve TN içeriklerini sırasıyla şu şekilde bulmuştur; 81.71 g/100g ve 83.25 g/100g. Literatürdeki ve çalışmadaki sonuçlar göstermektedir ki örneklerin DON ve TN içerikleri üretimde kullanılan tahıl çeşitlerinden doğrudan etkilenmiştir. Çalışmamızdaki DON ve TN içerikleri de formülasyon da kullanılan MBU ve ekmeklik buğday unundan etkilendiği belirlenmiştir.

Örneklere ait Akrilamid sonuçları ve varyans analiz verileri Tablo 3.6 ve Tablo 3.7 de gösterilmiş ve sonuçlara ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.3 de verilmiştir. Modele ait sonuçlar ise Tablo 3.3 de gösterilmiştir. MBU ile üretilen cipslerdeki Akrilamid miktarlarının sonuçlarına ait varyans analizine göre faktörlerin hiçbirinin etkisi anlamlı bulunmamıştır. Fakat formülasyondaki MBU seviyesi arttıkça örneklerin akrilamid içeriğinde bir azalma, kızartma sıcaklığı ve süresi arttıkça da bir artış gözlemlenmiştir. Uyum eksikliğinin önemsiz bulunduğu sonuçları modelin açıklayabildiği de görülmüştür. Örneklerin akrilamid içerikleri 1082.76 µg/kg ile 1362.68 µg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verileri göz önüne alındığında diyetle alınan akrilamid miktarının gelişmiş ülkelerde 0.3-0.8 µg/kg/gün olduğu düşünülmektedir (Daşgün ve Yıldız, 2014). İnsanların hayatları boyunca günlük bazda tükettikleri akrilamid miktarının, 1 µg/kg vücut ağırlığı olması durumunda kanser riskinin 1000'de 0.70- 4.50 aralığında olacağı bildirilmiştir (Nizamlioğlu ve Nas, 2019). Cips ürünleri üzerine yapılan bazı çalışmalarda örneklerin akrilamid içerikleri ve örnek tipi şu şekildedir; 346.95-1182.32 ppb mısır cipsi ve 296.18-929.30 buğday cipsi (Yuksel, 2014), 552-5021 patates cipsi (Granda vd., 2004), 552-4724 µg/kg patates cipsi (Pedreschi vd., 2004), 34-416 µg/kg mısır cipsi (Arisseto vd., 2007), 211-3515 µg/kg patates cipsi (Deribew ve Woldegiorgis, 2021). Cips örneklerinde oluşan akrilamid seviyesine en önemli etken üründe bulunan asparajin aminoasit ve indirgen şeker varlığı ile 120 °C den yüksek sıcaklık uygulamalarının olduğu belirtilmektedir. Bu aminoasit ve indirgen şeker miktarı arttıkça son ürünlerdeki akrilamid içeriğinin arttığı söylenmiştir (Claus vd., 2008; Taner ve Karaman, 2006). MBU ve ekmeklik buğday unu ile hazırlanan cipslerde MBU konsantrasyonu arttıkça akrilamid içeriklerindeki azalma unların içermiş olduğu asparajin aminoasidi miktarı ile açıklanabilir. Nitekim tez çalışmasında kullanılan MBU'nun asparajin aminoasit içeriğinin % 0.98 ile %1.32 (Tian vd., 2018) ve ekmeklik una ait asparajin aminoasit değerinin de 6,22 mg/100g (Barutçu vd., 2008) olduğu literatür taramasında görülmüştür. Yapılan birçok çalışmada sıcaklık ve sürenin son ürünlerdeki akrilamid seviyesini artırdığı

belirtilmiştir (Pedreschi vd., 2004; Granda vd., 2004; Yuksel, 2014). Bu tez çalışmasında kızartma sıcaklığı ve süresinin artışı ile artan akrilamid miktarının literatürdeki sonuçlar ile benzer olduğu belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında kullanılan MBU ve ekmeklik buğday unun asparajın ve indirgen şeker içerdiği ve kızartma sıcaklığının 120 °C'yi geçtiği göz önüne alındığında örneklerde akrilamid oluşması normal olarak değerlendirebilir. Yine de literatür taramasındaki verilere bakıldığında çalışmada hazırlanan cipslerin akrilamid içeriklerinin çok yüksek olmadığı ve MBU'nun son ürünlerdeki akrilamid miktarını azalttığı tespit edilmiştir.

Örneklerin bazı biyoaktif analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Cips örneklerine ait TFK sonuçları ve varyans analiz verileri Tablo 3.8 ve Tablo 3.9 da verilirken sonuçlara ait üç boyutlu görünüm ise Şekil 3.4'de ve modelin etkisin gösteren veriler Tablo 3.3'de gösterilmiştir. Formülasyon da lineer olarak MBU artışı son ürünlerdeki TFK miktarını anlamlı bir şekilde artırdığı belirlenirken kızartma sıcaklığın ve süresini etkisi önemsiz bulunmuştur. Ayrıca istatistiksel olarak uyum eksikliği de önemsiz bulunurken determinasyon katsayısının yüksek (R^2 : 0.76) olduğu tespit edilmiştir. Modelin örneklerin TFK içeriklerini rahatlıkla açıklayabildiği görülmüştür. Örneklerdeki TFK artışının nedeni olarak MBU'nun içermiş olduğu yüksek seviyedeki toplam fenolik içeriği gösterilebilir. Yapılan bir çalışmada MBU'nun TFK içeriği 96 µg/g olduğu bulunmuştur (Abdel vd., 2006). Başka bir çalışmada MBU'nun TFK içeriği 6.26 g/kg olarak tespit edilmiştir (Saini vd, 2020). MBU içerisindeki antosiyanin içeriğinin 230 µg/g olduğu belirlenmiştir (Liu vd., 2010). Bisküvi üretimi için geleneksel buğday ve mor buğdaydan üretim yapılan bir çalışmada geleneksel buğdaydan üretilen bisküvilerin TFK içeriği 1.37 mg/g ferulic acid olarak bulunurken mor buğdaydan yapılan bisküvide 2.58 mg/g ferulic acid olduğu tespit edilmiştir (Pasqualone vd, 2015). MBU ile hazırlanan bar ve krakerlerde ölçülen TFK miktarları sırasıyla 41.7 ve 55.9 µg/g dur (Gamel vd., 2019a). Yapılan tüm bu çalışmalar cips örneklerindeki TFK artışının MBU'da ki yüksek TFK ile ilişkili olduğunu doğrulamaktadır.

MBU ve normal ekmeklik buğday kullanılarak hazırlanmış cipslere ait TFIK sonuçları ve varyans analiz verileri Tablo 3.8 ve Tablo 3.9 de gösterilmiştir. Ayrıca sonuçlara ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.4'de ve modelin etkisini gösteren veriler Tablo 3.3'de gösterilmiştir. Cips formülasyonundaki MBU miktarı arttıkça son ürünlerdeki TFIK değerlerin lineer olarak anlamlı bir şekilde yükselttiği görülmüştür. Kızartma sıcaklığının ve süresinin ise bu artışta anlamlı bir etki yapmadığı da belirlenmiştir. Yüksek bir

determinasyon katsayısına ($R^2=0.77$) sahip TFIK değerlerini modelin rahatlıkla açıkladığı anlaşılmıştır. Örneklerin TFIK içerikleri 103.78 ile 235.79 mgQE/kg aralığında değişim göstermiş ve en yüksek TFIK miktarı % 100 MBU içeren cips hamuru formülasyonunun 180  C’de 60 s süreyle kızartılması sonucunda elde edilmiştir. Cipslerin TFIK içeriklerinin MBU ile birlikte artmasının en önemli sebebi olarak MBU’nun içermiş olduğu yüksek TFIK miktarı gösterilebilir. Flavonoidler, fenolik bileşiklerin flavan (2-fenol-benzo-dihidro-piran) türevlerinden oluşan en önemli grubudur ve 6 gruba ayrılırlar. Bunlardan antosiyanin olarak isimlendirilen ve glikozit formunda bulunan grubuna antosiyanidinler denir ve MBU antosiyanin açısından oldukça zengin bir hububat ürünüdür (Saldamlı, 2007). Ayrıca MBU’nun mor renginden de sorumlu bileşikler olarak gösterilmektedir (Parizad vd., 2020). Nitekim MBU’nun içermiş olduğu antosiyanin içeriği bazı çalışmalarda şu şekilde verilmiştir; 96–235  g/g tüm tane mor buğday unu (Gamel vd., 2019b), 0.021 g/100g tüm tane mor buğday (Abdel-Aal vd., 2018), 197.4 mg/100 g mor buğday (Kassegn vd., 2018), 491.3 mg/kg normal mor buğday (Hosseinian vd., 2008). MBU ile üretilen ekmeklerde toplam antosiyanin içeriği hamur karıştırma aşamasında yaklaşık % 21 azaldığını ve devamında fermentasyon ile birlikte % 90 arttığı belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada MBU’nun normal ekmeklik buğdaylardan daha yüksek antosiyanin içerdiği ve bu yüzden gıda ürünlerinde fonksiyonel ajan olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Yu ve Beta, 2015). Parizad vd., (2020) yapmış oldukları çalışmada mor buğdaydan kepek giderme fraksiyonu ile zenginleştirilmiş makarnanın biyo-fonksiyonel ve yapısal özelliklerini incelemişlerdir. Mor buğdayın kepeklenmesinden elde edilen kısmı irmik ve un bazlı makarnaya % 25 oranında ekleyerek elde ettikleri makarnada fenolik bileşenlerin azaldığını belirtmişlerdir. Antosiyaninlerin ve fenolik bileşenlerin pişirme esnasında kayba uğradığı bildirilmiştir. Bunun yanı sıra pişirme suyundaki biyoaktif maddelerin salınmasından veya sıcaklığa duyarlılıklarından kaynaklanan bu düşüş arasında ayırım görülmediğini belirtmişler. Un esaslı zenginleştirilmiş makarnanın pişirilmesinde gözlemlenen kayıpların, tek başına antosiyaninler veya toplam fenolikler dikkate alındığında benzer olduğu da belirtmişlerdir. Syed vd., (2013) yapmış oldukları çalışmada farklı renkli buğdayların TAK değerlerini iki farklı ekstraksiyon yöntemi ile hesaplayarak; sırasıyla 17.8 ile 298.3 ppm ve 12,4 ila 283,3 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. En yüksek TAK değeri koyu mor, mavi ve mor buğday olarak belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada ise Zilic vd., (2012) ekmek ve makarnalık buğday kepeğinin, kilogram başına ortalama 9208.52 ve 9798.52 mg gallik asit

eşdeğeri TFK içerdiğini ve kepek tabakasındaki fenolik bileşiklerin yaklaşık % 99'una katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Örneklerin sahip olduğu antioksidan özelliklerini ortaya koyabilmek için 4 adet analiz gerçekleştirilmiştir. Bunlar sırasıyla toplam antioksidan konsantrasyonu, Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi (2,2 diphenyl 1- picpylhrazyl), Radikal Katyonu Süpürücü Etki, Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesidir. Yapılan tüm bu antioksidan analiz sonuçları, varyans analizleri, üç boyutlu görünümüleri ve modele ait veriler sırasıyla şu tablo ve şekillerde gösterilmiştir; Tablo 3.8, Tablo 3.9, Şekil 3.4 ve Tablo 3.3. Elde edilen tüm antioksidan analiz sonuçları incelendiği zaman cips formülasyonundaki MBU miktarı arttıkça örneklerin içermiş olduğu antioksidan seviyelerinde anlamlı bir artışın olduğu görülmektedir ($p < 0.01$ ve 0.05). Yalnızca FRAP analiz sonuçlarının istatistiksel açıdan anlamlı bir değişim göstermediği bulunmuştur ($p > 0.05$). Yanıt yüzey yöntemine göre yapılan istatistiksel sonuçlara göre yüksek determinasyon katsayıları elde edilmiş ve uyum eksikliğinin önemsiz olduğu ($p > 0.05$) anlaşılmıştır. Bu durum çalışmada kullanılan modelin örneklerin biyoaktif sonuçları üzerine etkin bir şekilde kullanılabildiğini göstermiştir. Cips örneklerin içermiş olduğu TFK ve TFIK değerlerinin MBU ile artması aynı şekilde son ürünlerdeki antioksidan özelliklerine de yansıdığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla tüm biyoaktif analiz sonuçları değerlendirildiğinde formülasyondaki MBU miktarının artması ile artan antioksidan içerik MBU'dan gelen toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan özellikten kaynaklanmakta olduğu yorumu yapılabilir. Yapılan bir çalışmada tüm mor buğday ununun $4.98 \mu\text{mol/g}$ Trolox ve konveksiyonel durum buğday ununun $2.28 \mu\text{mol/g}$ Trolox antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiş ve bunun sebebi olarak yüksek biyoaktif özelliğe sahip olan mor buğday ununun durum buğday ununa göre daha yüksek antioksidan içerdiği gösterilmiştir (Pasqualone vd., 2015). Başka bir çalışmada % 97 mor buğday içeren tür olan indigo tipi buğdayların içermiş olduğu DPPH miktarı $127 \mu\text{mol trolox equivalent (TE)/100 g}$ ve ABTS içeriğinin $275 \mu\text{mol TE/100g}$ olduğu bildirilmiştir (Yu ve Beta, 2015). Yine başka bir araştırma makalesinde MBU'nun tüm buğday halinin DPPH içeriği $3.1 \mu\text{mole Troloxequiv./g}$ ve $1.3 \mu\text{mole Troloxequiv./g}$ olduğu tespit edilmiştir (Abdel-Aal vd., 2018). MBU ile üretilen bar ve krakerlerin içermiş oldukları DPPH ve ABTS miktarları sırasıyla şu şekilde bulunmuştur; 1.1 ve 2.7 g/100g ile 1.2 ve 2.5 g/100g (Gamel vd., 2019a). Bu sonuçların bu tez çalışmasındaki DPPH ve ABTS sonuçlarına benzer olduğu anlaşılmıştır. Saini vd., (2020) de yaptıkları bir çalışmada normal buğdayın $6.9\text{-}19.4 \text{ mmol TE/kg}$ ve mor buğdayın $7.57\text{-}41.1 \text{ mmol TE/kg}$

arasında toplam antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir. Tüm bu sonuçlar göstermektedir ki MBU yüksek biyoaktif özelliğe sahiptir ve MBU ile üretilen gıda ürünlerinde yüksek antioksidan içerik gözlemlenmektedir. Bu tez çalışmasındaki antioksidan özelliklerin literatürdeki bulgular gibi MBU'dan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Örneklerin duyuusal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Örneklerin duyuusal analiz sonuçları, varyans analizleri, üç boyutlu görünümüleri ve modele ait veriler sırasıyla şu tablo ve şekillerde gösterilmiştir; Tablo 3.10, Tablo 3.11, Şekil 3.5 ve Tablo 3.3 tür. Duyusal analizde panelistlere rastgele servis edilen cips örneklerindeki renk, sertlik, tat/koku, yağlılık ve genel beğeni üzerine değerlendirme yapmaları istenmiştir. Hedonik skalanın kullanıldığı çalışmada panelistlerin 0-9 arasındaki rakamlardan oluşan duyuusal skorları alınmıştır. Analiz sonucuna göre örneklerin renk içeriklerinde anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir. MBU miktarı formülasyon da arttıkça bir miktar renk skorlarında da artış gözlemlenmiştir. Bu durum panelistlerin MBU ile hazırlanan cipslerin renklerini beğendiklerini göstermektedir. Cips ürünü dendiğinde akla gelen ilk renk altın sarısıdır (Yuksel vd., 2014). En çok tüketilen cips çeşitleri patates ve mısır cipslerinde bu renk gözlemlenirken MBU ile hazırlanmış cipslerde bu renk MBU'dan gelen renk pigmentlerinden dolayı gözlemlenememektedir. Fakat bu durum panelistlerde herhangi bir olumsuz duruma yol açmadığı gibi MBU ile hazırlanan cips örneklerin renkleri beğenilmiştir. Hindistan'a özgü lavaş benzeri bir ekmek olan chapatti üzerine yapılan bir çalışmada normal buğday unu ile üretilen chapattilerin duyuusal analiz sonucundaki görünüşlerine panelistler 10.0 puan üzerinden 8.0 puan verirken mor un ile hazırlananlara ise 8.10 puan vermişlerdir (Kumari vd., 2020). Yapılan başka bir araştırmada gelensek bisküviler ile MBU ile hazırlanmış bisküvilerin duyuusal analizleri yapılmış (0-9 puan skalalı hedonik test) ve renk değerlerin MBU ile hazırlanan bisküvilerde 7.6 olduğunu geleneksel bisküvilerde bu değer 4.7 bulunduğunu söylemişlerdir (Pasqualone vd., 2015). MBU ile hazırlanan cips örneklerinde olduğu gibi birçok araştırmada panelistler MBU ile hazırlanan besin öğelerinin renklerini beğendikleri görülmektedir.

MBU ve normal ekmeklik buğday kullanılarak hazırlanmış cipslere ait duyuusal sertlik sonuçları ve varyans analiz verileri Tablo 3.10 ve Tablo 3.11 de gösterilmiştir. Ayrıca sonuçlara ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.5 de ve modelin etkisin gösteren veriler Tablo 3.3'de verilmiştir. Varyans analiz tablosu incelendiğinde örneklerin duyuusal sertlik

değerleri üzerine MBU'nun etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Kızartma sıcaklığı ve süresinin lineer ve kuadratik etkileri önemsiz bulunurken ($p>0.05$) interaksiyon etkileri önemli çıkmıştır ($p<0.05$). Uyum eksikliği sonucunun önemsiz ($p>0.05$) çıktığı çalışmada elde edilen determinasyon katsayısının yüksek olması çalışmada kullanılan modelin örneklerin sertlik verilerini açıklayabildiği görülmüştür. Enstrümental sertlik değerleri ile duyuusal sertlik skorları karşılaştırıldığında her iki analiz sonucunda MBU'nun örneklerin sertlik değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Enstrümental testte sertlik değerleri üzerine kızartma sıcaklığı ve süresinin de etkisi önemsiz çıkarken ($p>0.05$) duyuusal testte sadece kızartma sıcaklığı ve süresinin interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Gevreklik ya da ürünün istenen sertliği cips ürünlerinde arzulan duyuusal bir parametredir (Durmaz ve Yuksel, 2021). Bu bakımdan ele alındığı zaman duyuusal sertlik değerleri göstermektedir ki formülasyonda artan MBU miktarı son ürünlerdeki gevrekliği olumsuz yönde etkilememiştir. Yüzde yüz MBU ile üretilcek cips ürünleri tüketici tarafından rahatlıkla tüketilebileceği görülmüştür. Cips örneklerin enstrümental ve duyuusal sertlik değerleri üzerine etkili olan faktörler daha önce verilmişti (enstrümental sertlik verilerinin tartışıldığı kısımda). Örneklerin içermiş olduğu kuru madde, lif ve protein miktarındaki artış bir miktar enstrümental sertlik değerlerini artırsa da bu durum panelistler tarafından ayırt edilememiş ve varyans analizinde olduğu gibi önemsiz bulunmuştur. MBU ve konveksiyonel buğdaydan üretilen bisküvilerin duyuusal analiz sonuçlarına göre kırılabilirlik değerleri sırasıyla şu şekilde bulunmuştur; 2.6 ve 3.3 (0-9 puan skalalı hedonik test ile) dür. Elde edilen bu sonuçlara göre mor bisküvilerin konveksiyonel bisküvilere göre daha düşük kırılabilirlik değerine sahip olduğu ve bunu da MBU'nun içermiş olduğu yüksek glüten indeksinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Pasqualone vd., 2015). Buğday unu ve MBU ile üretilen chapatilerin duyuusal olarak yırtılmaya dayanımlarına verilen skorlar şu şekildedir; 8.00 ve 8.10 (0-10 puanlama) (Kumari vd., 2020). Burada da görüldüğü gibi MBU ile üretilen ürünlerin ekmeklik un ile üretilenlerden biraz daha yüksek skor aldığı ve kopmaya/yırtılmaya karşı daha dirençli olduğu görülmüştür.

Cipslere ait duyuusal tat/koku sonuçları, varyans analizleri, üç boyutlu görünümüleri ve modele ait veriler sırasıyla şu tablo ve şekillerde gösterilmiştir; Tablo 3.10, Tablo 3.11, Şekil 3.5 ve Tablo 3.3. MBU ve ekmeklik buğday unu ile hazırlanan cipslerdeki tat/koku verilerine bakıldığı zaman MBU'nun etkisinin önemsiz olduğunu ($p>0.05$), kızartma sıcaklığı ve süresinin lineer etkisi ile interaksiyon etkisinin önemli bulunduğunu

görmekteyiz ($p < 0.05$). Yanıt yüzey yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin tat/koku skorlarını rahatlıkla açıkladığını yüksek determinasyon katsayısı ve istatistiksel olarak önemsiz çıkan uyum eksikliği sonuçlarından anlamaktayız. Tuz dışında herhangi bir baharatın kullanılmadığı çalışmada cipslerdeki tat/koku bileşikleri tamamen kullanılan unlardan gelmektedir. Bu nedenle elde edilen tat/koku sonuçları MBU'nun cips üretiminde kullanılması panelistlerde olumsuz bir duruma yol açmadığı ve rahatlıkla cips üretiminde değerlendirilebileceği anlaşılmıştır. Janeckova vd, (2014) de mor buğdaydan elde edilen un, ırmık ve kepeği ile ekmek üretmişler ve formülasyona katılan kepek oranı arttıkça tat skorlarının azaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Buğday unu ve MBU ile üretilen chapatilerin duyu aroma ve tat skorları sırasıyla şu şekildedir; 8.40 ile 8.30 (0-10 puanlama) ve 8.60 ile 8.50 dir. Elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu belirtilmiştir (Kumari vd., 2020).

Örneklere ait duyu yağlılık sonuçları, varyans analizleri, üç boyutlu görünümüleri ve modele ait veriler sırasıyla şu tablo ve şekillerde verilmiştir; Tablo 3.10, Tablo 3.11, Şekil 3.5 ve Tablo 3.3. Yağlılık skorları üzerine MBU, kızartma sıcaklığı ve süresinin lineer, interaksiyon ve kuadratik etkileri anlamsız bulunmuştur ($p > 0.05$). En düşük yağlılık skorları 4.47 ile 3 numaralı deneme noktasında görülürken en yüksek yağlılık skoru 6.87 ile 7 numaralı örnekte olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar tüm faktörlerin etkisi anlamsız bulunsun da MBU miktarı arttıkça, kızartma sıcaklığı ve süresinin seviyesi yükseldikçe son ürünlerdeki yağlılık skorları azaldığı üç boyutlu grafiklerde görülmüştür. Özellikle örneklere ait ham yağ analiz sonuçları incelendiğinde artan MBU konsantrasyonuna göre son ürünlerdeki ham yağ miktarında azaldığı görülmektedir. Panelistlerin MBU içeriği daha yüksek olan deneme noktalarındaki yağlılığa daha düşük skorlar vermesi bu iki veri arasındaki paralelliği göstermiştir. Fakat panele katılan tüm panelistlerin bu ayrımı tam olarak yapamadığından dolayı istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilememiştir.

MBU ve normal ekmeklik buğday kullanılarak hazırlanmış cipslere ait duyu genel beğeni sonuçları ve varyans analiz verileri Tablo 3.10 ve Tablo 3.11 de gösterilmiştir. Ayrıca sonuçlara ait üç boyutlu görünüm Şekil 3.5 de ve modelin etkisini gösteren veriler Tablo 3.3'de verilmiştir. Yanıt yüzey metoduna göre hazırlanan cips örneklerinin genel beğeni skorları lineer olarak ele alınırsa tüm faktörlerin etkisinin istatistiksel olarak anlamsız bulunduğu görülmüştür. Çalışmada belirlenen tüm faktörlerin panelistler tarafından verilen genel beğeni skorlarına göre önce arttığı faktörlerin seviyesinin artması ile (MBU 0.0-100 g/100g, kızartma sıcaklığı 170-190 °C ve kızartma süresi 40-60 saniye) birlikte ise azaldığı tespit edilmiştir. Kızartma sıcaklığı ve süresinin interaksiyon etkisi ise önemli bulunmuş

olup bu iki faktör seviyesindeki artışta cipslere verilen genel beğeni skorların azaldığı görülmüştür. Varyans analiz ile elde edilen kuadratik ve uyum eksikliği sonuçları önemsiz çıkmış ($p>0.05$), determinasyon katsayısı (R^2 : 0.72) ise yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara göre yanıt yüzey yöntem, Box-Bhenken deneme tasarımı ile oluşturulmuş 15 noktalı çalışma dizaynının örneklerin genel beğeni skorlarını açıklayabildiği belirlenmiştir.

Optimizasyon

MBU ve ekmeklik buğday unu unları ile hazırlanan cipslere eğitimli panelistler ile uygulanan duyuusal analiz sonucunda elde edilen skorlar ışığında hazırlanan optimizasyon sonuçları Tablo 3.12 de verilmiştir. Duyusal analiz skorlarına göre yapılan optimizasyon analizinde MBU, kızartma sıcaklığı ve süresinin etki alanı “in-range” olarak seçilirken, duyuusal analiz sonuçlarından renk, sertlik, tat/koku ve genel beğeni skorları “maksimize” edilmiştir. Yağlılık skorları ise “minimize” edilerek analiz gerçekleştirilmiştir. Ayrıca cips üretim koşulları için formülasyon değişkenlerine göre istenirlik seviyesindeki değişim ve cips örneği için İstenirliği (desirability) en yüksek cips örneği optimizasyon verileri Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

Yapılan optimizasyon analizine göre arzu edilen (istenirlik: 0.73) üretim şartları şu şekildedir; 92.72 g/100g MBU, 170 °C ve 40 s. Bu sonuca göre MBU’nun yüksek oranda derin yağda kızartılmış cips ürünlerinde kullanılabileceği görülmüştür. Bunun yanında kızartma sıcaklığı ve süresinin de minimum tutulması gerektiği ortaya çıkmıştır. Optimizasyon analiz sonucunda İstenirliği en yüksek olan üretim şartlarının yanında istenirlik değeri 0.70 ve üzeri olan 5 ayrı üretim şartları da Tablo 3.12 de gösterilmiştir. Tüm bu üretim şartları dikkate alındığında MBU’nun derin yağda kullanımı ile üretilecek cipslerin tüketici tarafından beğenileceği söylenebilir. Ayrıca bu çalışmada baharat ve diğer katkı maddeleri faktörünü dışarıda tutulduğu düşünülürse, baharat ile hazırlanacak MBU’lu cipslerin daha fazla sevileceği de göz ardı edilmemelidir. Bunun için baharat ve diğer katkı maddelerinin de içinde olduğu bir sonraki araştırma bu soruya daha net bir cevap verecektir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

İçermiş olduğu besinsel özellikleri sayesinde kullanıldığı ürünlere önemli oranda fonksiyonellik kazandıran MBU'nun derin yağda kızartılmış bir cips ürünü olarak değerlendirildiği bu çalışmada cips endüstrisine yeni ve alternatif bir ürün kazandırılmıştır. Tek başına MBU ya da ekmeklik buğday unu ile birlikte yanıt yüzey metodunun Box-Bhenken deneme dizaynı ile hazırlanmış olan 15 noktalı deneme tasarımına göre üretilen cipslerden elde edilen önemli analiz sonuçları şu şekilde özetlenebilir;

- Elde edilen cipslerde formülasyondaki MBU miktarı arttıkça kül ve protein içeriklerin arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum MBU'nun sahip olduğu yüksek lif ve protein içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Cips ürünlerinde tüketicilerin beklediği önemli duyuşsal parametrelerden birisi de gevrekliktir (arzulanan sertlik). Örneklerin arzulanan sertlikte olup olmadığını anlamak için yapmış olduğumuz enstrümental sertlik tayininde görülmüştür ki MBU ile hazırlanmış cipslerde sertlik miktarında önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Ayrıca duyuşsal analiz de panelistler tarafından verilen sertlik skorlarında da önemli bir fark tespit edilmemiş olması MBU ile hazırlanacak cips ürünlerinin tüketiciler tarafından arzu edilen sertlik değerlerinde olduğunu ortaya çıkarmıştır.
- Cips üretim formülasyonundaki MBU seviyesinin artması ile örneklerin L* ve b* değerleri azalırken a* değerlerin arttığı görülmüştür. Cips gibi derin yağda kızartılmış ürünlerdeki renk özellikleri kızartma şartları ve üretimde kullanılan hammaddeden etkilenmektedir. Bu bakımdan elde edilen cips ürünlerindeki renk değişiminin ana nedeninin MBU'nun içermiş olduğu mor renk bileşenleri (Antosiyaninler) ve kızartma sırasında oluşan Maillard reaksiyonu olduğu tespit edilmiştir.
- Elde edilen cips ürünlerinin sahip olduğu EDN içeriklerinde her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmese de formülasyondaki MBU miktarı arttıkça son ürünlerdeki EDN içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir. Son yıllarda yapılan fenolik bileşiklerce zengin besinlerin karbonhidrat içeriği yüksek ürünlerdeki EDN miktarını artırdığı belirtilmiş

ve çalışmamızdaki sonuçlarda fenolik içeriği yüksek MBU ile üretilen cipslerdeki EDN artışının önemli nedenlerinden biri olduğu düşünülmüştür.

- Derin yağda kızartılmış cips ürünlerindeki en önemli sorunlardan birinin de akrilamid içeriği olduğu belirtilmektedir. Cips ürünlerinde akrilamid azaltma üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. MBU ve ekmeklik buğday unu ile hazırlanan cipslerdeki akrilamid içerikleri formülasyondaki MBU miktarı arttıkça azaldığı görülmüştür. Akrilamid oluşumunda önemli bir parametre olan asparajin aminoasidinin miktarı artıkça akrilamid seviyesi de yükseldiği bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan MBU'nun asparajin aminoasit içeriği ekmeklik buğday ununa göre daha düşük olduğu için formülasyonda MBU artması ile birlikte akrilamid seviyesinde azalmalar tespit edilmiştir. Bu durum MBU'nun cips gibi derin yağda kızartılmış ürünlerdeki akrilamid seviyesinde azalma yapabileceği ve gelecekte daha fazla çalışılması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmıştır.
- MBU yüksek miktarda toplam fenolik ve antioksidan içeriğine sahip olduğu ve üretilen cips ürünlerindeki toplam fenolik ve antioksidan miktarlarını önemli oranda artırdığı görülmüştür. Bu sayede MBU'nun içermiş olduğu biyoaktif bileşenlerin yediden yetmişe birçok kesim tarafından tüketilen cips ürünlerinde tüketicilere doğal bir yolla tükettirilebileceği tespit edilmiştir.
- Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre MBU ile üretilen cips ürünleri tüketiciler tarafından beğenildiği ve cips ürünlerinde rahatlıkla kullanılabileceği görülmüştür. Ayrıca elde edilen duyusal skorlar ışığında Design Expert programı aracılığı ile yapılan optimizasyon sonucunda en beğenilen çalışma şartlarının da (170 °C, 40 s ve 92.72 g/100 MBU) bu sonucu doğruladığı görülmüştür.

MBU sahip olduğu önemli besinsel içerikleri ile son yıllarda birçok araştırmacının ilgi odağı haline gelmiştir. Aşırı tüketildiğinde birçok sağlık sorununa yol açan cips ürünlerinde MBU gibi fonksiyonel özelliklere sahip unların değerlendirilmesi aranan yeni ve alternatif bir çözüm olabilir. Cips endüstrisine ve tüketicilere daha sağlıklı, yeni ve alternatif bir ürün ortaya koyma hedefi ile yapılan bu tez çalışma sonuçları başarı ile tamamlanmıştır. Yapılan optimizasyon çalışması göstermiştir ki; yaklaşık % 93 MBU ile

derin yağda kızartılarak hazırlanan buğday cipsinin en beğenilen cips ürünü olması hedeflenen tez çalışmasının başarı ile tamamlandığını ortaya koymuştur.

5. KAYNAKLAR

- Abdel-Aal, E.-S., Hucl, P., Shipp, J. 2016. Rabalski, I. Compositional differences in anthocyanins from blue- and purple- grained spring wheat grown in four environments in central Saskatchewan. Cereal Chem. 93, 32–38.
- Abdel-Aal, E. S. M., Hucl, P., Rabalski, I., 2018. Compositional and antioxidant properties of anthocyanin-rich products prepared from purple wheat. Food chemistry, 254, 13-19.
- Abdel-Aal, E.-S.M., Young, J.C., Rabalski, I., 2006. Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. J. Agric. Food Chem. 54, 4696–4704.
- Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003;51(26):7825e7834
- Ahn, J. S., Castle, L., Clarke, D. B., Lloyd, A. S., Philo, M. R., Speck, D. R., 2002. Verification of the findings of acrylamide in heated foods. Food Additives ve Contaminants, 19 (12): 1116-1124.
- Akar, T., Bağcı S.A., Köksel H., Eser V. 2016. Ülkemizde ve Dünyada Buğdayla İlgili Gerçek Dışı İddialar, Türktob, 17, 4-7.
- Akkor, M.Ö. 2016. Ömür Akkor ile Komili Lezzet Seyahatnamesi, Oluşur Basım Hiz. San. Tic. A.Ş., İstanbul.
- Akın, V., Yazarlı, E. 2017. Tahıl Teknolojisi I. <http://www.akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Tahil%20Teknolojisi%20I.pdf> / Mart 2021.
- Alexandratos, N., Bruinsma J. 2012. World agriculture towards 2030/2050. The 2012 Revision. ESA Working paper No. 12-03. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome.
- Arusoğlu, G., 2015. Akriamid Oluşumu ve İnsan Sağlığına Etkileri, Akademik Gıda, 13(1), 61-71.
- Aston, L. M., Gambell, J. M., Lee, D. M., Bryant, S. P., Jebb, S. A. 2008. Determination of the glycaemic index of various staple carbohydrate-rich foods in the UK diet. European Journal of Clinical Nutrition, 62(2), 279–285.
- Anonim, 2011, Patates Cipsi Standardı, TS 3628, Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
- Anonim, 2016. GTHB TTSM Milli Çeşit Listesi, Ankara.
- AOAC, 2000. Analyses code 990.03, Inofficial methods of analysis of AOAC International Washington DC: Assoc Off Anal Chem, 17th Ed. 1(4): 26-27.

- Arisseto, A. P., Toledo, M. C., Govaert, Y., Loco J. V., Fraselle, S., Weverbergh, E. ve Degroot, J. M., 2007. Determination of acrylamide levels in selected foods in Brazil. Food Additives and Contaminants, 24 (3): 236-241.
- Atalık, A. 2007. Tarımın Tarihsel Süreci ile Gıda Güvenliği İlişkisi. Şeker Dünyası, 28, 48-51.
- Atak, M., 2017. Buğday ve Türkiye Buğday Köy Çeşitleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2), 71-88.
- Atay, A.T., 2006. Türk Tohum Islahının Tarihçesi. Tarım ve Mühendislik Dergisi, 78-79, 45-52.
- Barutçu, I., Şahin, S., Şumnu, G., 2008. Kaplanarak Kızartılan Ürünlerde Farklı Kaplama Maddelerinin ve Mikrodalganın Akrilamid Üzerine Etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongreisi: 133-136, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Bartl P, Albrecht A, Skrt M, Tremlová B, Ošťádalová M, Šmejkal K, Vovk I, Ulrih NP 2015. Anthocyanins in purple and blue wheat grains and in resulting bread: quantity, composition, and thermal stability. J Agr Food Chem 66:514–519.
- Baş, D., Boyacı, I. H. 2007. Modeling and optimization I: Usability of response surface methodology. Journal of food engineering, 78(3), 836-845.
- Belay G, Tesemma T, Bechere E, Mitiku D. Natural and human selection for purple-grain tetraploid wheats in the Ethiopian highlands. Genetic Resources and Crop Evolution. 1995;42(4):387e391.
- Bezerra, M.A., Santelli, R.E., Oliveira, E.P., Villar, L.S., Escaleira, L.A. 2008. Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. Talanta, 76, 965–977.
- Bilgiçli, N., Soylu, S. 2016. Buğday ve un kalitesinin sektörel açıdan değerlendirilmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 5(2), 58-67.
- Bilman, E. M., Van Trijp, J. C. M., Renes, R. J., 2010. Consumer perceptions of satiety-related snack food decision making. Appetite, 55 (3): 639-647.
- Bohmdorfer, S.; Oberlerchner, J.T.; Fuchs, C.; Rosenau, T.; Graugsgruber, H. Profiling and quantification of grain anthocyanins in purple pericarp x blue aleurone wheat crosses by high-performance thin-layer chromatography and densitometry. Plant Methods 2018, 14, 29.
- Borneo R. and Leon, A. E., 2012. Whole Grain Cereals: Functional Components and Health Benefits. Food and Function. 3: 110-119.
- Borouhaki, M. T., Nikkhah, E., Kazemi, A., Oskoei, M., Raters, M., 2010. Determination of acrylamide level in popular Iranian brands of potato and corn products. Food and Chemical Toxicology, 48: 2581–2584.

- Bozhüyük, A., Özcan, S., Kurdak, H., Akpınar, E., Saatçı, E., Bozdemir, N. 2012. Sağlıklı Yaşam Biçimi ve Aile Hekimliği, Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care (TJFMPC), 6 (1):13-21.
- Brandau, B., Schickert, H. 2004. Hititler: bilinmeyen bir dünya imparatorluğu. Türkçeye Çeviren : Mertoğlu, N., Arkadaş Yayınevi, Ankara.
- Burešová, I., Trojan, V., Helis, M. 2019. Characteristics of flour and dough from purple and blue wheat grain. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.
- 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.
- Cavalcanti RN, Santos DT, Meireles MAA 2011. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems—an overview. Food Res Int 44:499–509.
- Chantret, N., Salse, J., Sabot, F., Rahman, S., Bellec, A. 2005. Molecular Basis of Evolutionary Events That Shaped the Hardness Locus in Diploid and Polyploid Wheat Species (Triticum and Aegilops), Plant Cell, 17: 1033-1045.
- Chen W, Müller D, Richling E, Wink M 2013. Anthocyanin-rich purple wheat prolongs the life span of *Caenorhabditis elegans* probably by activating the DAF-16/FOXO transcription factor. J Agr Food Chem 61:3047–3053.
- Claus, A., Carle, R., Schieber, A., 2008. Acrylamide in cereal products: A review. Journal of Cereal Science, 47: 118–133.
- Çağlar, S., 2020. Siyez ununun (*Triticum monococcum* L.) ekşi mayalı ekmekten üretilmiş peksimette kullanımı. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 105 s.
- Daşgın, H. ve Yıldız, E., 2014. Akrilamid ve Sağlık. Beslenme ve Diyet Dergisi, 42(3), 228-233.
- Deribew H.A. ve Woldegiorgis, A.Z., 2021. Acrylamide levels in coffee powder, potato chips and French fries in Addis Ababa city of Ethiopia. Food Control, 123, 107727.
- Diamond, J. 1997. Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies. W.W.Norton, Company inc., New York. Türkçeye Çeviri: Ülker İnce.
- Doğan, İ. S., Okut, H., 2003. “As a Tool Response Surface Methodology (RSM) in a New Product Development”, Itafe-03-International Congress on Information Technology in Agriculture, Food and Environment, İzmir.
- Doğan, N., Doğan, C. ve Hayoğlu, İ., 2017. *Pleurotus Ostreatus* Mantarının Cips Üretiminde Kullanımı, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21(2): 133-142.
- Durmaz, A., 2019. Evsel Atık Patates Kabuğunun Derin Yağda Kızartılmış Buğday Cipsinde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 76s.

- Durmaz, A. ve Yuksel, F., 2021. Deep fried wheat chips added with potato peel flour Effect on quality parameters. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 13(1): 115–124.
- Dykes L, Rooney LW. Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal Foods World*. 2007;52(3):105e111.
- Eticha, F.; Grausgruber, H.; Siebenhandl-Ehn, S.; Berghofer, E. Some agronomic and chemical traits of blue aleurone and purple pericarp wheat (*Triticum L.*). *J. Agric. Sci. Technol*. 2011, 1, 48–58.
- Elder, R.S. ve Mohr, G.S., 2016. The Crunch Effect: Food Sound Salience as a Consumption Monitoring Cue, *Food Quality and Preference*, 51: 39-46.
- Elgün, A., Ertugay, Z. 1992. Tahıl İşleme Teknolojisi. *Atatürk Üniversitesi Yayınları*, Erzurum.
- Elgün, A. 1999. Makarna Üretim Teknolojisi Selçuk Üni. Ziraat Fakültesi. Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Ders Notları, Konya.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2012a. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü, Ders Notu, S.Ü. Ziraat Fakültesi, Konya.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2012b. Tahıl Ürünleri Teknolojisi, Ders Notu, S.Ü. Ziraat Fakültesi, Konya.
- Esturk, O., Kayacier, A. ve Singh, R.K., 2000. Reduction of Oil Uptake in Deep Fried Tortilla Chips, *Food Science and Technology International*, 6: 425-431.
- FAO. Food Outlook-Biannual Report on Global Food Markets. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2019.
- Ferreira, S. C., Bruns, R. E., Ferreira, H. S., Matos, G. D., David, J. M., Brandão, G. C., ... Dos Santos, W. N. L. 2007. Box-Behnken design: an alternative for the optimization of analytical methods. *Analytica chimica acta*, 597(2), 179-186.
- Ficco, D. B. M., Mastrangelo, A. M., Trono, D., Borrelli, G. M., De Vita, P., Fares, C., ... Papa, R. 2014. The colours of durum wheat: A review. *Crop Pasture Science*, 65, 1–15. “Special Issue on Durum Wheat”.
- Ficco, D. B. M., De Simone, V., De Leonardis, A. M., Giovanniello, V., Del Nobile, M. A., Padalino, L., ... De Vita, P. 2016. Use of purple durum wheat to produce naturally functional fresh and dry pasta. *Food Chemistry*, 205, 187-195.
- Flad, R., Li, S., Wu, X., Zhao, Z. 2010. Early wheat in China: results from new studies at Donghuishan in the Hexi Corridor. *The Holocene*, 20, 955-965.
- Fleischman, E. F., Kowalski, R. J., Morris, C. F., Nguyen, T., Li, C., Ganjyal, G., Ross, C. F. 2016. Physical, textural, and antioxidant properties of extruded waxy wheat flour snack supplemented with several varieties of bran. *Journal of Food Science*, 81(11), E2726-E2733.

- Gamel, T., 2019. Bioavailability and potential anti-oxidative and anti-inflammatory effects of purple wheat functional foods, Doctoral dissertation, The University of Guelph, Ontario, Canada, 133s.
- Gamel, T.H., Wright, A.J., Tucker, A.J., Pickard, M., Rabalski, I., Podgorski, M., Ilio, N.D., O'Brien, C. ve Abdel-Aal, El-S.M., 2019a. Absorption and metabolites of anthocyanins and phenolic acids after consumption of purple wheat crackers and bars by healthy adults. Journal of Cereal Science, 86, 60–68.
- Gamel, T.H., Wright, A.J., Pickard, M. ve Abdel-Aal, El-S.M. 2019b. Characterization of anthocyanin-containing purple wheat prototype products as functional foods with potential health benefits. Cereal Chemistry, 97: 34–38
- Gamel, T. H., Wright, A. J., Tucker, A. J., Pickard, M., Rabalski, I., Podgorski, M., ... Abdel-Aal, E. S. M. 2019. Absorption and metabolites of anthocyanins and phenolic acids after consumption of purple wheat crackers and bars by healthy adults. Journal of Cereal Science, 86, 60-68.
- Gamble, M.H., Rice, P. ve Selman, J.D., 1987. Distribution and Morphology of Oil Deposits in Some Deep-fried Products, Journal of Food Science, 52, 1742.
- Garg, M.; Meenakshi, C.; Venkatesh, R.K.; Saloni, S.; Nand, S.; Aman, K.; Jaspreet, J.; Manpreet, S.; Sukhvinder, S. Transfer of grain colors to elite wheat cultivars and their characterization. J. Cereal Sci. 2016, 71, 138–144.
- Goni, I., Garcia-diz, L., Manas, E., Calicto-saura, F., 1996. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. Food Chemistry, 56 (4): 445-449.
- Göçmen, D. 1991. Marmara Bölgesinde üretilen bazı buğday çeşitlerinin ekmeklik kalitesi üzerinde araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Guo, W., Kong, E., Meydani, M., 2009. Dietary polyphenols, inflammation, and cancer. Nutr. Canc. 61, 807–810.
- Guo, Z., Zhang, Z., Xu, P., Guo, Y., 2013. Analysis of nutrient composition of purple wheat. Cereal Research Communications, 41(2), 293-303.
- Gül, H., Dizlek, H. 2008. Ekmek Üretiminde Kepek Kullanılmasının Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, 383-386, Erzurum.
- Güleç, T. E., Sönmezoğlu, Ö. A., Yıldırım, A. 2010. Makarnalık buğdaylarda kalite ve kaliteyi etkileyen faktörler. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1), 113-120.
- Granda, C., Moreira, R. G., Tichy, S. E., 2004. Reduction of Acrylamide Formation in Potato Chips by Low-temperature Vacuum Frying. Journal of Food Science, 69 (8): E405-E411.
- Grausgruber, H.; Atzgersdorfer, K.; Bohmdorefr, S. Purple and blue wheat-health-promoting grains with increased antioxidant activity. Cereal Foods World 2018, 63, 217–220.

- Halford, J. C. G., Gillespie, J., Brown, V., Pontin, E. E., Dovey, T. M., 2004. Effect of television advertisements for foods on food consumption in children. *Appetite*, 42 (2): 221-225.
- Hayıt, F., Gül, H. 2019. Glutensiz Bisküvi Unu Formülasyonunun Yanıt Yüzey Yöntemi Kullanılarak Optimizasyonu. *Akademik Gıda*, 17(2), 185-192.
- Hedegaard, R., Granb, K., Frandsen, H., Thygesen, J., Skibsted, L., 2008. Acrylamide in bread. Effect of prooxidants and antioxidants. *European Food Research and Technology*, 227 (2): 519-525.
- Hirawan R, Diehl-Jones W, Beta T 2011. Comparative evaluation of the antioxidant potential of infant cereals produced from purple wheat and red rice grains and LC-MS analysis of their anthocyanins. *J Agric Food Chem* 59:12330–12341.
- Hong, M.J.; Kim, D.Y.; Nam, B.M.; Ahn, J.-W.; Kwon, S.-J.; Seo, Y.W.; Kim, J.-B. Characterization of novel mutants of hexaploid wheat (*Triticum aestivum*) with various depths of purple grain color and antioxidant capacity. *J. Sci. Food Agric*. 2019, 99, 55–63.
- Hosseini, F.S., Li, W. ve Beta, T., 2008. Measurement of anthocyanins and other phytochemicals in purple wheat. *Food Chemistry* 109, 916–924.
- Hua, X., Wang, K., Yang, R., Kang, J. ve Yang, H., 2015. Edible Coating From Sunflower Head Pectin to Reduce Lipid Uptake in Fried Potato Chips, *Food Science and Technology*, 62 (2015) 1220-1225.
- İlbeği, İ., 1992. Bisküvi sanayiinin teknolojik düzeyi üzerine araştırma, Yüksek Lisans Tezi, AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Janeckova, M., Hrivna, L., Juzl, M., Nedomova, S., Vyhnánek, T., Trojan, V., Mrkvíková, E. 2014. Possibilities of using purple wheat in producing bakery products. *Mendel Net*.
- Jin, Y.A.D., George, T.G.M., Lovegrove, J.A.A., 2011. Randomised trial to investigate the effects of acute consumption of a blackcurrant juice drink on markers of vascular reactivity and bioavailability of anthocyanins in human subjects. *Eur. J. Clin. Nutr.* 65, 849–857.
- Kassegn, H.H., 2018. Determination of proximate composition and bioactive compounds of the Abyssinian purple wheat, *Cogent Food & Agriculture*, 4:1, 1421415.
- Krokida, M.K., Oreopoulou, V. ve Maroulis, Z.B., 2000. Effect of Frying Conditions on Shrinkage and Porosity of Fried Potatoes, *Journal of Food Engineering*, 43(3), 147 154.
- Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B., Marinos-Kouris, D., 2001. Deep fat frying of potato strips-quality issues. *Drying Technology: An International Journal*, 19 (5): 879-935.

- Kruse, J. 2010. Estimating Demand for Agricultural Commodities to 2050. Global Harvest Initiative. Pre-publication draft, 3-16-10.
- Kniewel, D.C.; Abdel-Aal, E.-S.; Rabalski, I.; Nakamura, T.; Hucl, P. Grain color development and the inheritance of high anthocyanin blue aleurone and purple pericarp in spring wheat. J. Cereal Sci. 2009, 50, 113–120.
- Karababa, E., Ozan, A. N. 1995. Çeşit ve Çevrenin Bisküvi Kalitesi üzerine etkisi. Un Mamülleri Dünyası, 1, 26-35.
- Karagöz A., Zencirci N., Tan A., Taşkın T., Köksel H., Sürek M., Toker C. ve Özbek K., 2010. Bitki Genetik Kaynaklarının Korunması ve Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. 11-15 Ocak 2010. Bildiriler Kitabı – I: 155-177.
- Karaoğlu, M. M., Kotancılar, H. G. 2001. Tahıl Ürünlerinin Sağlığımız Açısından Önemi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (1): 101-108.
- Kasangana, P., Haddad, P.S. ve Stevanovic, T., 2015. Study of Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Myrianthus Arboreus (Cecropiaceae) Root Bark Extracts, Antioxidants, 4(2), 410-426.
- Kassegn, H.H., 2018. Determination of proximate composition and bioactive compounds of the Abyssinian purple wheat. Cogent Food Agric, 4, 1421415.
- Kayacier, A., Yuksel, F., Karaman, S., 2014a. 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., Karaman, S., 2014b. 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.
- Koç, B., Ertekin, F. K., 2009. Yanıt yüzey yöntemi ve gıda işlemlerinde uygulamaları. Gıda: 1-8.
- Köksal, G., Gökmen Özel, H. 2008. Bebek Beslenmesi, Sağlık Bakanlığı Yayınları: 726, 1-31, Şubat.
- Köksel H., Çetiner B. ve Sanal T., 2016. Hububat Ürünleri Konusunda Yanıltıcı İddialar ve Bilimsel Değerlendirmeler. Tusaf Dergisi, 1: 48-60, İlkbahar 2016.
- Kul, S., 2004 “Cevap Yüzeyi Yöntemleri”, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin, 3-16, 35-48.
- Kumari, A., Sharma, S., Sharma, N., Chunduri, V., Kapoor, P., Kaur, S., ... Garg, M., 2020. Influence of biofortified colored wheats (purple, blue, black) on physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chapatti (Indian flatbread). Molecules, 25(21), 5071.

- Kün, E. 1996. Serin İklim Tahılları, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, 296, Ankara.
- Li W, Shan F, Sun S, Corke H, Beta T. Free radical scavenging properties and phenolic content of Chinese blackgrained wheat. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2005;53(22):8533e8536.
- Lia, D.;Wanga, P.; Luob, Y.; Zhaoa, M.; Chena, F. Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: Update from recent decade. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2017, 57, 1729–1741.
- Lillywhite, R.D., Sarrouy, C. 2014. A Review of the Dietary. Health and Environmental Status of Whole Grain Cereals, University of Warwick.
- Lisinska, G., Golubowska, G., 2005. Structural change of potato tissue during french fries production. Food Chemistry, 93 (4): 681-687.
- Liu Q, Qiu Y, Beta T 2010. Comparison of antioxidant activities of different colored wheat grains and analysis of phenolic compounds. J Agric Food Chem 58:9235–9241.
- Liu, X., Lu, K., Yu, J., Copeland, L., Wang, S., & Wang, S. (2019). Effect of purple yam flour substitution for wheat flour on in vitro starch digestibility of wheat bread. Food chemistry, 284, 118-124.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacognosy reviews, 4(8), 118.
- Lumanlan, J. C., Fernando, W. M. A. D. B., & Jayasena, V. 2020. Mechanisms of oil uptake during deep frying and applications of predrying and hydrocolloids in reducing fat content of chips. International Journal of Food Science & Technology, 55(4), 1661-1670.
- Ma, D.; Zhang, J.; Hou, J.; Li, Y.; Huang, X.; Wang, C.; Lu, H.; Zhu, Y.; Guo, T. Evaluation of yield, processing quality and nutritional quality in di_erent-colored wheat grains under nitrogen and phosphorus application. Crop Sci. 2018, 58, 402–415.
- Mahmutoğlu, T., 1998. Quality and Safety in the Food Industry: A Comprehensive Approach to Total Quality Management, ISO 9000, ISO 14000, ISO 45000 and HACCP. Tübitak, Ankara.
- Martinek, P.; Jirsa, O.; Vaculova, K.; Chrpova, J.; Watanabe, N.; Buresova, V.; Kopecky, D.; Stiasna, K.; Vyhnanek, T.; Trojan, V. Use of wheat gene resources with di_erent colour in breeding. In Proceedings of the 64 Tagung der Vereinigung der pflanzenzüchter und saatgutkaufleute Österreichs, Raumberg-Gumpenstein, Austria, 25–26 November 2013; pp. 1–4.
- Mead, R., Pike, D. J.1975. A biometrics invited paper. A review of response surface methodology from a biometric viewpoint. Biometrics, 31(4), 803-851.

- MEGEP, 2011., Gıda Teknolojisi, Makarna Hamuru Hazırlama, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 39s.
- Mehta, U., Swinburn, 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 Science ve Technology, 14 (9): 364-373.
- Moreira, R.G., Palau, J. ve Sin, X., 1995. Simultaneous Heat and Mass Transfer During the Deep Fat Frying of Tortilla Chips, Journal of Food Process Engineering, 18: 307–320.
- Morgounov, A., Karaduman, Y., Akin, B., Aydoğan, S., Baenziger, P., ... ve Khlestkina, E., 2020. Yield and Quality in Purple-Grained Wheat Isogenic Lines, 86, 11-14.
- McCarthy, A.J., 2001. The Snack Industry: History, Domestic and Global Status, Snack Foods Processing, CRC Press, 29-35, 639p.
- McKevith, B. 2004. Nutritional aspects of cereals. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin 29:111- 142.
- Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Palazzo, A., Gray, I., Ingerstoll, C., Robertson, R. (2010). Food security, farming, and climate change to 2050: scenarios, results, policy options. Research Monograph. International Food Policy Research Institute, Washington DC., doi:10:2499/9780896291867.
- Nelson JH. Wheat: its processing and utilization. American Journal of Clinical Nutrition. 1985;41:1070e1076.
- Nizamlioğlu, N. M., ve Nas, S. 2019. Gıdalarda akrilamid oluşum mekanizmaları, gıdaların akrilamid içeriği ve sağlık üzerine etkileri. Akademik Gıda, 17(2), 232-242.
- Nuget, A.P., 2005. Health properties of resistant starch. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin, 30: 27–54.
- Nusaybin TB. 2016 Buğday Raporu, <http://www.nusaybintb.org.tr/> Mart 2021.
- Oba, Ş. 2012. Ekstraksiyon Koşulları Optimize Edilmiş Bazı Baharat Ekstratlarının Köftenin Depolama Stabilitesi Üzerine Etkilerinin Cevap Yüzey Metodu Kullanılarak Belirlenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Yüksek lisans tezi.
- Özberk, İ., Atay, S., Altay, F., Cabi, E., Özkan, H., Atlı, A. 2016. Türkiye'nin Buğday Atlası. WWW-Türkiye. Büyük Postane Cad. No:19, İstanbul. ISBN: 978-605-9903-07-3.
- Özberk İ., Zencirci N., Özkan H., Özberk F. ve Eser V., 2010. Düünden Bugüne Makarnalık Buğday Islahı ve Geleceğe Bakış. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Konferansı, 17-18 Mayıs, 2010, 43-66.

- Özkaya, H., Kahveci, B. 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No : 14, Ankara.
- Özkaynak, E., 2006. Çeşitli Pişirme Tekniklerinin Sigara Böreğinde Akrilamid Oluşumu Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 128s.
- Palazoğlu, T.K., Savran, D. ve Gökmen, V., 2010. Effect of Cooking Method (Baking Compared with Frying) on Acrylamide Level of Potato Chips, Journal of Food Science, 75, E25- E29.
- Parizad, P. A., Marengo, M., Bonomi, F., Scarafoni, A., Cecchini, C., Pagani, M. A., ... Iametti, S., 2020. Bio-Functional and Structural Properties of Pasta Enriched with a Debranning Fraction from Purple Wheat. Foods, 9(2), 163.
- Parmer, S.M., 2012. Preliminary Investigation of Herniaria Incana Lam. Determination of the Total Flavonoid Content, Antioxidant Properties and Free Radical Scavenging Capacity, Master's thesis, The University of Bergen, 78p.
- Pasqualone, A., Bianco, A. M., Paradiso, V. M., Summo, C., Gambacorta, G., Caponio, F., Blanco, A., 2015. Production and characterization of functional biscuits obtained from purple wheat. Food Chemistry, 180, 64-70.
- Pedreschi, F., Kaack, K. ve Granby, Kit., 2004. Reduction of acrylamide formation in potato slices during frying. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 37: 679–685.
- Pedreschi, F., Merry, Bunger, A., Yanez, V., 2011. Computer vision classification of potato chips by color. Journal of Food Process Engineering, 34:1714–1728.
- Pekcan, G., Köksal, E., Küçükerdönmez, Ö., Özel, H., 2006. Household Food Wastage In Turkey. FAO Statistics Division Working Paper Series, No. ESS/ESSA/006e.
- Pingali, P.L. (2012). Green Revolution: Impacts, limits and the path ahead. ProcNatl Acad Sci USA, 109: 12302–12308.
- Pomeranz, Y. 1998. Wheat: Chemistry and Technology. AACC, St, Paul, Minnesota, USA.
- Qualset, C.U., Zannata, A.C.A., Keser, M., Kılınç, N., Brush, S.B. (1996). Agronomic Performance of Wheat Landreces from Western Turkey. Basis for In-situ Conservation Practices by Farmers. In 5. International Wheat Conference, June 10-14, 1996, Book of Abstracts, Ankara.
- Rababah, T. M., Brewer, S., Yang, W., Al-Mahasneh, M., Al-U'Datt, M., Rababa, S. Ve Ereifej, K., 2012a. Physicochemical Properties Of Fortified Corn Chips With Broad Bean Flour, Chickpea Flour Or Isolated Soy Protein, Journal of Food Quality, 35 (3): 200-206.
- Saini, P., Kumar, N., Kumar, S., Mwaurah, P. W., Panghal, A., Attkan, A. K., ... Singh, V., 2020. Bioactive compounds, nutritional benefits and food applications of colored

- wheat: a comprehensive review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1-14.
- Sajilata, M.G., Singhal, S.R., 2005. Specialty starches for snack foods. Carbohydrate Polymers, 59:131–151.
- Saldamlı, İ., 2007. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara, 463-492.
- Salinas, M. V., Zuleta, A., Ronayne, P., Puppo, M. C. 2012. Wheat flour enriched with calcium and inulin: a study of hydration and rheological properties of dough. Food and Bioprocess Technology, 5(8), 3129-3141.
- Serpen, A., 2010. Model Ortamda Ve Patates Kızartmasında Gerçekleşen Maillard Reaksiyonunun Akrilamid, Renk Ve Antioksidan Kapasite Açısından Yapay Sınır Ağı Kullanılarak Modellenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Doktora tezi, 139 s.
- Silvestre, M.P.C., 1997. Review of Methods for the Analysis of Protein Hydrolysates, Food Chemistry, 60 (2), 263-271.
- Surdyk, N., Rosen, J., Andersson, R., Aman, P., 2004. Effects of Asparagine, Fructose, and Baking Conditions on Acrylamide Content in Yeast-Leavened Wheat Bread. Journal of Agriculture Food Chemistry, 52: 2047-2051.
- Shewry PR, 2009. Wheat. Journal of Experimental Botany, 60 (6): 1537–1553.
- Shin, O.H.; Kim, D.Y.; Seo, Y.W. Effects of different depth of grain colour on antioxidant capacity during water imbibition in wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Sci. Food Agric. 2017, 97, 2750–2758.
- Spence, C., 2015. Eating With Our Ears: Assessing the Importance of the Sounds of Consumption on Our Perception and Enjoyment of Multisensory Flavour Experiences, Flavour 4:3.
- Syed Jaafar, S. N., J. Baron, S. Siebenhandl-Ehn, T. Rosenau, S. Böhmendorfer, and H. Grausgruber. 2013. Increased anthocyanin content in purple pericarp blue aleurone wheat crosses. Plant Breeding, 132 (6):546–52.
- Sytar O, Boško P, Živčák M, Brestic M, Smetanska I (2018) Bioactive phytochemicals and antioxidant properties of the grains and sprouts of colored wheat genotypes. Molecules 23:2282.
- Şanlıer, N. 2013. Tam tahıllar ve sağlık = Ekmek, Standart Ekonomik ve Teknik Dergi, 70-75. TÜİK, 2017. Statistical Databases, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=45 / Mart 2021.
- Taner, C. E., Karaman, B., 2006. Gıdalarda akrilamid oluşumu ve insan sağlığı üzerine etkileri. Gıda, 31 (4): 195-199.
- Tangkanakul, P., Tungtrakul, P., Mesomya, W., 1999. Nutrient Contents of Commercial Snack Food Products. Kasetsart Journal (Natural Science), 33: 270 - 276.

- Tanno, K., Willcox, G. 2006. How Fast Was Wild Wheat Domesticated? www.sciencemag.org/cgi/content/full/311/5769/1886/ Mart 2021.
- Tekin, A., Karabacak, H., 1998. Piyasada tüketilen değişik cips ve çerez yağlarının bazı bileşim özellikleri üzerine araştırma. Gıda, 23 (6): 431-435.
- Tekindal, 2019. Yanıt Yüzeyi Metodu ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 106s.
- Tesemma T, Belay G. Aspects of Ethiopian tetraploid wheats with emphasis on durum wheat genetics and breeding research. In: Gebre Mariam H, Tanner DG, Hulluka M, eds. Wheat Research in Ethiopia: A Historical Perspective. Addis Ababa, Ethiopia. IAR/CIMMYT; 1991:47e71.
- TOB. 2021., Tarım Ürünleri Piyasa Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı/ <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/>. Nisan 2021.
- Topuz, O. K. 2011. Benekli Karides (*Metapenaeus monoceros*) Kırmızı Karides (*Aristaeomorpha foliacea*) Etinin Çerez Gıda Üretiminde Kullanımı Ve Üretim Parametrelerinin Ürün Kalitesi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya).
- TUİK. 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. İnternet adresi: <http://www.tuik.gov.tr/> Mart 2021.
- Türker, S., Ünver, A. 2000. Makarna Kalitesini etkileyen biyolojik, fiziksel ve kimyasal buğday özellikleri. Unlu Mamuller Teknolojisi, 5, 39-48.
- Tian, S. Q., Chen, Z. C., Qiao, Y. F. 2018. Analysis of main physicochemical parameters in purple wheat with different milling technology. Journal of Food Processing and Preservation, 42(1), e13382.
- Tribelhom, R.E. 1991. Breakfast Cereals. In Handbook of Cereal Science and Technology, (eds. K.L. Lorenz ve amp; K. Kulp). New York: Marcel Dekker. pp. 741-762.
- URL-1, <https://www.nusaybintb.org.tr/>. Mart 2021.
- URL-2, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Ekmek/>. Mart 2021.
- URL-3, <http://www.kappadokiagida.com/urunler/mor-bugday-unu/>. Mart 2021.
- URL-4, <https://www.facebook.com/tohumcan/posts/653388038485804/>. Mart 2021.
- URL-5, <http://wheatpedigree.net/sort/show/56274/>. Mart 2021.
- URL-6, <http://www.haberekspres.com.tr/cipsin-158-yillik-tarihi-h19334.html/> Mart 2021.
- URL-7, <http://www.https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/ekmek/tmobrosuryeni2.pdf/> Nisan 2021.

URL-8, <http://https://musad.org/wp-content/uploads/2020/03/Makarna-Sekt%c3%b6r-Raporu-1-Ayl%c4%b1k-2020.pdf/>. Nisan 2021.

URL-9, <https://www.makarna.org.tr/d/makarna-sektoru/makarna-tuketimi/42/> Nisan 2021.

Uysal, A., Güneş, E., Aktümsel, A. ve Durak, Y., 2014. Hyoscyamus Reticulatus'un Hekzan ve Su Özütlерinin Antioksidan ve Antimikrobiyal Özellikleri Üzerine Bir Çalışma, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi (39), 21-29.

Wani, S.A., Sharma, V. ve Kumar, P., 2017. Effect of processing parameters on quality attributes of fried banana chips. International Food Research Journal 24(4): 1407-1413.

Wenzl, T., Beatriz, M., Anklam, E., 2003. “Overview on Analytical Methods for the Determination of Acrylamide in Food Products” European Commission Joint Research Centre Institute of Reference Materials and Measurements, Food Safety Unit, Belçika, 18-45.

Wu, X., Cao, G., Prior, R.L., 2002. Absorption and metabolism of anthocyanins in elderly women after consumption of elderberry or blueberry. J. Nutr. 132, 1865–1871.

Yagci, S., Gögüş, 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.

Yavuz, B., 2019. Farklı unlar kullanılarak hazırlanan pestillerin fizikokimyasal, biyoaktif, reolojik ve duyuşal özellikleri ile optimizasyonun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 111s.

Yu, L., Beta, T., 2015. Identification and Antioxidant Properties of Phenolic Compounds during Production of Bread from Purple Wheat Grains. Molecules, 20, 15525-15549.

Yüksel, F., Koyuncu, M., Dayaslan, A. 2011. Makarnalık buğday (*Triticum durum*) kalitesi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 4(2), 25-31.

Yüksel, F., 2014. Bayat Ekmeğın Kızartılmış Buğday ve Mısır Cipsinde Kullanımı. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 198s.

Yüksel, F., 2017. Effect of powder of macaroni boiling water by product on textural oil uptake physico chemical sensory and morphological properties of fried wheat chips. Journal of Food Measurement and Characterization, 11(1), 290–298.

Yüksel, F., Karaman, S. ve Kayacier, A., 2014. Enrich of Wheat Chips with Omega-3 Fatty Acid by Flaxseed Addition Textural and Some Physicochemical properties, Food Chem., 145: 910-917.

Yüksel, F., Karaman, S., Kayacier, A., 2015. Barley flour addition decrease the oil uptake of wheat chips during frying. Quality Assurance and Safety of crops & Foods, In Press.

- Yuksel, F., 2019. Investigation of certain nutritional properties of noodle enriched with raw flaxseed. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, 11 (2), 183-189.
- Yüksel, F. ve Baltacı, C., 2019. Adaçayı Tohumu (*Salvia officinalis* L.) Unu İle Zenginleştirilmiş Optimize Mısır Cipsin Depolama Yeteneklerinin Belirlenmesi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2019; 9(1): 99-107.
- Yüksel, F., Yavuz, B., ve Baltacı, C. 2020. Hindistan cevizi unu ile zenginleştirilmiş dut pestillerin bazı fizikokimyasal renk ve duyuşal özelliklerinin incelenmesi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(1), 43-50.
- Yuksel, F., Ilyasoglu, H. ve Baltaci, C., 2020. Development of a healthy corn-based snack with sage (*Salvia officinalis* L.) seed. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 21, 100207.
- Zeven AC 1991. Wheats with purple and blue grains: a review. Euphytica 56:243–258. <https://doi.org/10.1007/BF00042371>.
- Zohary, D., Hopf, M., 2000. Domestication of plants in the Old World. 3rd edn. 316pp, NewYork: Oxford University Press.
- Zohary, D. 1969. The progenitors of wheat and barley in relation to domestication and agricultural dispersal in the Old World. The progenitors of wheat and barley in relation to domestication and agricultural dispersal in the Old World.
- Zilić S, Serpen A, Akıllıoğlu G, Gökmen V, Vančetović J 2012. Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) kernels. J Agric Food Chem 60:1224–1231.
- Zrckova, M.; Capuchova, I.; Eliasova, M.; Paznoch, L.; Pasderu, K.; Dvorak, P.; Konvalina, P.; Orsak, M.; Sterba, Z. The effect of genotypes, weather conditions and cropping system on antioxidant activity and content of selected antioxidant compounds in wheat with colored grain. Plant Soil Environ. 2018, 64, 530–538.

ÖZGEÇMİŞ

Lise öğrenimini 2014 yılında Sultanbeyli Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2015 yılında Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümümü'ne başladı. 2019 yılında Gıda Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 2019 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisansına başladı. Yabancı dili İngilizcedir.

