



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI KIZARTMA TEKNİKLERİNİN BALKABAĞI
(*Cucurbita moschata*) ÇİPSLERİNİN KİMYASAL, FİZİKSEL
VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

MEHMET ÇAVUŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORDU 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Mehmet ÇAVUŞ

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün B-2016 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

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

ÖZET

FARKLI KIZARTMA TEKNİKLERİNİN BALKABAĞI (*Cucurbita moschata*) ÇİPSLERİNİN KİMYASAL, FİZİKSEL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

MEHMET ÇAVUŞ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 87 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK)

(İKİNCİ TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. İlkay KOCA)

Bu çalışmada, ön denemelerle balkabağı (*Cucurbita moschata*) püresi içerisine mısır, buğday, pirinç, fındık, şeker ve tuz farklı oranlarda eklenerek elde edilmiş dört farklı formülasyon, etüv, konvansiyonel mikrodalga ve derin yağda olmak üzere üç farklı kızartma teknikleri ile cipse dönüştürülmüştür. Üretilen hamur cipslerin rutubet, kül, protein, yağ, toplam fenolik madde (TFM), toplam karotenoid, akrilamid ve hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı ile antioksidan aktivite (TEAC), mineral madde içeriği, Hunter L*, a* ve b* renk değerleri, tekstür (sertlik, kırılanlık) ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir.

Araştırma 4 formülasyon (F), 3 kızartma tekniği (KY) ve 3 tekerrür olmak üzere toplam 36 örnekle yürütülmüş olup, elde edilen sonuçlar istatistik analize (ANOVA) tabi tutulmuş ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Balkabağı hamur cipslerinin rutubet, yağ, HMF, TFM, DPPH-RSA, TEAC, karoten, akrilamid, Hunter L*, a* ve b* ile kırılanlık değerleri üzerine F, KY ana faktörleri ile FxKY interaksiyonun etkisi önemli bulunurken ($p < 0.05$), kül ve protein miktarının F ve KY, sertlik değeri ise F ile FxKY varyasyon kaynakları ile etkilendiği belirlenmiştir. Diğer taraftan bileşim unsurlarına ait tekerrürler arasında fark bulunmamıştır.

Kabak hamur cipslerinin ICP-MS analizi sonucunda numunelerde toplam 25 element içerisinde K, Na, Ca, Mg, Si, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Al, Sr, Ba, Ni, Cr, Mo, Co, Se, V, Be, Sb gibi makro ve mikro elementlerin yanı sıra As, Pb, Cd ve Tl gibi toksik elementlere de rastlanmıştır. Örneklerin tümünde K, Na, Ca, Mg ve Si minerallerinin konsantrasyonları diğer minerallere göre daha yüksek olup, kabak cips örneklerinde formülasyona ve kızartma yöntemine göre makro, mikro ve toksik elementlerin değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Sonuçta kabak cipsi formülasyonlarının, karoten ve TFM gibi biyoaktif bileşiklerin yanı sıra zengin bir mineral madde kaynağı olduğu ortaya çıkmıştır.

Yapılan duyuşal değerlendirmeler sonucunda etüvde kızartma tekniği sırasıyla F4, F2-F3 ve F1 formülasyonlarında en fazla beğeni gören kızartma tekniği olmuştur. Bunu konvansiyonel mikrodalga yöntemi takip ederken yağda kızartma tekniğinin ise genelde duyuşal açıdan beğenilmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Balkabağı, *Cucurbita moschata*, Derin Yağ Kızartma, Etüv, Fındık Unu, Fritöz, Hamur Cipsi, Kızartma Teknikleri, Mikrodalga.

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT FRYING TECHNIQUES ON THE CHEMICAL, PHYSICAL AND SENSORY PROPERTIES OF PUMPKIN (*Cucurbita moschata*) CHIPS

MEHMET ÇAVUŞ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

FOOD ENGINEERING

MASTER THESIS, 87 PAGES

(SUPERVISOR: Assoc. Prof. Dr. Atilla ŞİMŞEK)

(CO-SUPERVISOR: Prof. Dr. İlkyay KOCA)

In this study, according to the results of preliminary trials, four different formulations obtained by adding corn, wheat, rice, hazelnut, sugar and salt in different proportions into pumpkin (*Cucurbita moschata*) puree were converted into chips with three different frying techniques, namely oven, conventional microwave and deep fat frying. The changes in moisture, ash, protein, oil, total phenolic matter (TPM), total carotenoid, acrylamide and hydroxymethylfurfural (HMF), antioxidant activity (TEAC), minerals, Hunter L*, a* and b* color values, texture (hardness, fracturability) and sensory properties in the pumpkin dough chips were determined.

The research was carried out with a total of 36 samples, 4 formulations (F), 3 frying techniques (FT) and 3 replications, and the results obtained were subjected to statistical analysis (ANOVA) and the averages of the main sources of variation were compared with the Tukey Multiple Comparison Test. While the effect of F, FT main factors and FxFT interaction on the moisture, oil, HMF, TFM, DPPH-RSA, TEAC, carotene, acrylamide, Hunter L*, a* and b* and fracturability values of pumpkin dough chips were found significant ($p < 0.05$), it was determined that ash and protein amount was affected by F and FT, hardness values were affected by F and FxFT variation sources. On the other hand, no difference was found between the repetitions of the compositional elements.

As a result of ICP-MS analysis of pumpkin dough chips were found to be macro and micro elements, as K, Na, Ca, Mg, Si, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Al, Sr, Ba, Ni, Cr, Mo, Co, Se, V, Be, Sb inside a total of 25 elements. The concentrations of K, Na, Ca, Mg and Si minerals were higher in all of the samples than the other minerals, and it was determined that macro, micro and toxic elements changed in pumpkin chips samples according to the formulation and frying method. It observed that pumpkin chip formulations are a rich source of mineral substances, as well as bioactive compounds such as carotene and TFM.

As a result of the sensory evaluations, oven frying technique was the most preferred frying technique in F4, F2-F3 and F1 formulations, respectively. This is followed by the conventional microwave method, while the deep frying technique is generally not liked in terms of sensory.

Keywords: *Cucurbita moschata*, Deep Frying, Deep Fryer, Dough Chips, Drying Oven, Frying Techniques, Hazelnut Flour, Microwave, Pumpkin.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında bilgi, deneyim ve desteklerini benimle paylaşan başta danışman hocam Sayın Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK'e, tez aşamasında her türlü yardım ve desteklerini esirgemeyen Sayın Araş. Gör. Emre TURAN'a, laboratuvar çalışmalarında desteğini gördüğüm Sayın Dr. Neslihan ÇAKICI'ya ve Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Yüksek Gıda Mühendisi Feyzullah KONAK'a, laboratuvar imkanlarını kullanmama izin veren Çelebioğlu Gıda Pazarlama San. ve Tic. Ltd. Şti. Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Yalçın ÇELEBİ ve Gökhan ÇELEBİ'ye ve ayrıca tez çalışmamızı proje kapsamında (B-2016) maddi olarak destekleyen Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi yetkililerine teşekkür ederim.

Aynı zamanda, manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim babam, annem ve ablama da teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1 Balkabağı Püresinin Elde Edilmesi.....	16
3.2.2 Balkabağı Hamur Cipsi Formülasyonlarının Hazırlanması.....	16
3.2.3 Fiziksel Analizler.....	18
3.2.3.1 Rutubet Tayini.....	18
3.2.3.2 Kül Tayini.....	18
3.2.3.3 Renk Ölçümü.....	18
3.2.3.4 Tekstür Analizi.....	18
3.2.4 Kimyasal Analizler.....	19
3.2.4.1 Protein Tayini.....	19
3.2.4.2 Yağ Tayini.....	19
3.2.4.3 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	19
3.2.4.4 DPPH-Radikal Süpürme Aktivitesi (DPPH-RSA) ve Antioksidan Kapasitesi (TEAC) Tayini.....	19
3.2.4.5 HMF Tayini.....	20
3.2.4.6 Toplam Karotenoid Tayini.....	20
3.2.4.7 Akrilamid Tayini.....	20
3.2.4.8 Mineral Madde Tayini.....	21
3.2.5 Duyusal Analiz.....	22
3.2.6 Deneme Planı ve İstatistiksel Analizler.....	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1 Farklı Formülasyon ve Kızartma Yöntemi ile Elde Edilmiş Balkabağı Hamur Cipslerinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	23
4.2 Rutubet Miktarı Değişimi.....	23
4.3 Kül Miktarı Değişimi.....	27
4.4 Yağ Miktarı Değişimi.....	29
4.5 Protein Miktarı Değişimi.....	32
4.6 Hidroksimetilfurfural (HMF) Değişimi.....	34
4.7 Toplam Fenolik Madde (TFM) Değişimi.....	37
4.8 DPPH-Radikal Süpürme Aktivitesinin Değişimi (DPPH-RSA).....	39
4.9 Antioksidan Aktivite Değişimi (TEAC).....	41
4.10 Toplam Karotenoid Miktarı Değişimi.....	43
4.11 Akrilamid Miktarı Değişimi.....	46
4.12 Sertlik Değeri Değişimi.....	49

4.13 Kırılma Değeri Değişimi.....	51
4.14 Hunter L* Değeri Değişimi.....	53
4.15 Hunter a* Değeri Değişimi	55
4.16 Hunter b* Değeri Değişimi	58
4.17 Mineral Maddelerin Değişimi (Makro, mikro ve toksik elementler).....	60
4.17.1 Makro Elementler.....	60
4.17.2 Mikro Elementler	62
4.17.3 Toksik Elementler	66
4.18 Duyusal Değerlendirmelere Ait Sonuçlar	69
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	73
6. KAYNAKLAR	76
EKLER	84
ÖZGEÇMİŞ.....	87

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Balkabağı Püresinin Elde Edilmesi	16
Şekil 3.2 Balkabağı Hamur Cipsi	17
Şekil 4.1 Rutubet Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu .	26
Şekil 4.2 Kül Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu.....	28
Şekil 4.3 Yağ Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu	30
Şekil 4.4 Protein Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu ..	33
Şekil 4.5 HMF Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu	35
Şekil 4.6 TFM Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu.....	38
Şekil 4.7 DPPH-RSA (%İnhibisyon) Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu.....	40
Şekil 4.8 TEAC Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu ...	42
Şekil 4.9 Toplam Karotenoidlerin Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu.....	44
Şekil 4.10 Akrilamid Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu.	47
Şekil 4.11 Sertlik Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu	50
Şekil 4.12 Kırılgenlik Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu	52
Şekil 4.13 Hunter L* Renk Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu	54
Şekil 4.14 Hunter a* Renk Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu	57
Şekil 4.15 Hunter b* Renk Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu	59
Şekil 4.16 Farklı Kızartma Yöntemi ile Kızartılmış Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Makro Element Dağılımı.....	62
Şekil 4.17 Farklı Kızartma Yöntemi ile Kızartılmış Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Mikro Element Dağılımı	64
Şekil 4.18 Farklı Kızartma Yöntemi ile Kızartılmış Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Mikro Element Dağılımı	66
Şekil 4.19 Farklı Kızartma Yöntemi ile Kızartılmış Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Toksik Element Dağılımı	68

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Balkabağı Hamur Cipsi Formülasyonları	17
Çizelge 3.2 ICP-MS Çalışma Koşulları	22
Çizelge 4.1 Farklı Formülasyon ve Kızartma Yöntemleri ile Elde Edilen Balkabağı Hamur Cipslerinin Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	24
Çizelge 4.2 Rutubetin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	26
Çizelge 4.3 Külün Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	28
Çizelge 4.4 Yağın Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	30
Çizelge 4.5 Proteinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	32
Çizelge 4.6 HMF'nin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	34
Çizelge 4.7 TFM'nin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	37
Çizelge 4.8 DPPH-Radikal Süpürme Aktivitesinin (%İnhibisyon) Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	39
Çizelge 4.9 Antioksidan Aktivitenin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	41
Çizelge 4.10 Toplam Karotenoidin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	43
Çizelge 4.11 Akrilamidin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	46
Çizelge 4.12 Sertlik Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	49
Çizelge 4.13 Kırılganlık Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	52
Çizelge 4.14 Hunter L* Renk Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	54
Çizelge 4.15 Hunter a* Renk Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	56
Çizelge 4.16 Hunter b* Renk Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi	58
Çizelge 4.17 Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Kızartma Yöntemine Göre Makro Element İçerikleri	61
Çizelge 4.18 Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Kızartma Yöntemine Göre Mikro Element İçerikleri	63
Çizelge 4.19 Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Kızartma Yöntemine Göre Mikro Element İçerikleri	65
Çizelge 4.20 Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Kızartma Yöntemine Göre Toksik Element İçerikleri	67
Çizelge 4.21 Balkabağı Hamur Cipsi Örneklerine Ait Duyusal Değerlendirme Sonuçları	70

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
a*	: (+) Kırmızı, (-) Yeşil Renk Değeri
b*	: (+) Sarı, (-) Mavi Renk Değeri
L*	: Parlaklık renk değeri
Abs	: Absorbans
nm	: Nanometre
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
m	: Metre
s	: Saniye
dk	: Dakika
sa	: Saat
ng	: Nanogram
µg	: Mikrogram
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
µl	: Mikrolitre
ml	: Mililitre
µM	: Mikromol
rpm	: Devir/Dakika
W	: Watt
Na₂CO₃	: Sodyum Karbonat
UV	: Ultraviyole
HCl	: Hidroklorik Asit
ICPMS	: Plazma Kütle Spektrometresi
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
RSA	: Radikal Süpürme Aktivitesi
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
TE	: Troloks Eşdeğeri
TEAC	: Troloks Eşdeğeri Antioksidan Aktivite
BHT	: Butil Hidroksi Toluen
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	: Dünya Sağlık Örgütü
AOAC	: Resmi Analitik Kimyagerler Derneği
IARC	: Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı

EKLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
EK 1: Duyusal Değerlendirmede Kullanılan Puanlama Testi	85
EK 2: Farklı Formülasyonla Hazırlanmış Balkabağı Cipslerinin Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Ait Korelasyon Değerleri	86

1. GİRİŞ

Kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasında yapılan taksonomik sınıflandırmada 119 cins ve 825 tür bulunduğu görülmektedir (Balkaya ve ark., 2010). Bunlar içerisinde *C. pepo* L., *C. maxima* Duch. ve *C. moschata* Duch. ekonomik açıdan önemli türler olup, yüksek üretime sahiptirler ve dünya çapında yetiştirilmektedirler (Ahmad ve Khan, 2019). Kabakgiller familyasına dâhil olan balkabağının (*Cucurbita moschata*) kökeni üzerinde yapılan çalışmalarda, ilk olarak Güney Amerika'nın kuzey ova bölgelerinde, Meksika'nın batısında yetiştirildiği (M.Ö. 3400) ve daha sonra ABD'nin güneybatısına doğru (M.Ö. 900) yayılış gösterdiği bildirilmiştir. İspanyol kâşifler, Amerika'ya ulaştıktan sonra buradaki tür çeşitliliğini Japonya ve oradan da Asya'ya götürmüşlerdir (Decker-Walters ve Walters, 2000). Avrupa'da kabak üretiminin 17. yy'dan önce yapıldığına dair herhangi bir kanıt bulunmamaktadır (Paris, 1989; Decker-Walters ve Walters, 2000).

Balkabağı etli bir gövdeden oluşur, yılda 3 metreye kadar büyüeyebilen bir tırmanıcıdır. Olgunlaştığında 16-20 mm uzunluğunda çok sayıda tohum içerir. Tohumlar ekimden 5-7 gün sonra filizlenir (Ahmad ve Khan, 2019). Balkabağının kabuk rengi sarı, turuncu sarı ve turuncu olup et rengi ise açık turuncudan koyu turuncuya kadar değişebilir. Karakteristik olan bu sarı-turuncu renk içerdiği karotenoidlerden, özellikle de β -karoten'den kaynaklanmaktadır. Kabuğu düz olanların yanında oluklu ve dilimli olanlara da rastlanır. Ortalama ağırlıkları 5-60 kg arasında değişmektedir (Vural ve ark., 2000). Kabak, tek yıllık bir kültür sebzesidir. Geniş, lifli bir kök sistemleri vardır. Köklerin %60-70'i toprağın 30 cm'lik derinliğinde bulunur ve kökleri 1-1.5 m derinliğe kadar inebilir. Balkabağı 6.5-7.5 pH aralığındaki toprakta en verimli şekilde meyve verir. İklim şartlarının ise ılıman olması gerekir ve 18-27°C arasındaki sıcaklıklara ihtiyaç duyarlar. Olgunlaşmaları için yaklaşık 3-4 ay gibi bir süre gereklidir, genellikle asmada olgunlaşmalarına müsaade edilir ve böylelikle raf ömürleri uzatılır (Salunkhe ve Kadam, 1998). Ülkemizin sahip olduğu zengin iklimsel çeşitlilikten dolayı Anadolu, kabaklar için sekonder gen merkezi durumunda olup, kabakgil türlerinin çoğu ülkemizde sorunsuz olarak yetiştirilebilmektedir (Şensoy ve ark., 2007).

Dünya kabak üretiminde, ilk sırada Çin (8.051.495 ton) yer almaktadır. Bunu Hindistan (5.142.812 ton), Ukrayna (1.346.160 ton), Rusya Federasyonu (1.195.611 ton), İspanya (734.640 ton), Meksika (679.145), Bangladeş (634.951) ve ABD (610.120 ton) izlemektedir. Türkiye'nin toplam kabak üretim miktarı; 590.414 ton olup, bu üretim miktarı ile dünyada 9. sırada yer almaktadır (FAO, 2019). Ülkemizin balkabağı üretimi ise 92.319 tondur. Sakarya ili, bu üretim içerisinde 11.558 ton ile ilk sırada yer almaktadır. Sakarya'yı sırasıyla Ankara (11.305 ton), Düzce (8.009 ton) ve Samsun (5.529 ton) takip etmektedir (TÜİK, 2019).

Balkabakların kimyasal bileşimi çeşide göre değişim gösterir. Bazı araştırmacılar balkabağı pulpunda rutubet %75.8-91.33, protein %0.2-2.7, kül %0.47-2.1 ve karbonhidrat içeriğini %3-13 arasında belirlemiştir (Bhat ve Bhat, 2013; Kim ve ark., 2012). Balkabağı mineraller açısından da zengindir. 100 g taze ağırlığında 475 mg kalsiyum, 175 mg fosfor ve 0.8 mg demir bulunurken, kuru ağırlığında ise 9.21 mg alüminyum, 0.29 mg kobalt, 2.84 mg krom, 15.4 mg bakır, 5.70 mg potasyum, 5.60 mg magnezyum, 6.90 mg sodyum, 113 mg çinko belirlenmiştir (Yadav ve ark., 2010).

Ayrıca balkabağı, polisakkaritler, para-aminobenzoik asit, sabit yağlar, sterol, proteinler ve peptitleri içeren biyolojik olarak aktif bileşenler açısından zengindir (Păucean ve Man, 2014).

Diğer taraftan balkabağının en önemli özelliği β -Karoteni (1.0 mg/100g) γ -aminobütirik asidi yüksek miktarda içermesidir. Vitaminlerden tiyamin (0.08 mg/100g), riboflavin (0.06 mg/100g), niasin (0.3 mg/100g) ve askorbik asit (80 mg/100g) balkabağında yeterli miktarda bulunmaktadır. Sonuç olarak balkabağı, polisakkaritler (pektin), sabit yağlar (uçucu olmayan), steroller, proteinler ve peptitler, para-aminobenzoik asit, fenolik bileşikler ile terpenoitler gibi insan sağlığına faydalı birçok biyoaktif maddeleri içerdiği için sağlığa yararlı bitki olarak kabul edilmiştir (Jun ve ark., 2006; Yadav ve ark., 2010).

Balkabağının bileşim unsurlarının sağlık üzerine etkileri değerlendirildiğinde, balkabağının hepato-koruyucu, anti-diyabetik, antioksidan, hipotansif, anti-kanserojen, anti-mikrobiyal, anti-parazitik ve anti-inflamatuar etkiye sahip olabileceği belirtilmektedir (Yadav ve ark., 2010). Balkabağının yeterli miktarda karotenoid içermesi ve diyetle kullanılması halinde A vitamini eksikliğinden kaynaklanan görme

bozukluklarının önlendiği bildirilmiştir. Diğer taraftan balkabağı tüketimeinin mide, göğüs, akciğer ve kolon kanseri, kalp hastalığı ve erken yaşlanma risklerini azalttığı, balkabağı yağının ise hipertansiyon ve yüksek kolesterol riskini azalttığı vurgulanmıştır (Xanthopoulou ve ark., 2009).

Balkabağının insanlar için değerli bir besin kaynağı olması, balkabağının kullanım alanlarını oldukça genişletmiştir. Olgunlaşmamış meyveler sebze olarak pişirilirken, olgun tatlı meyveler ise şekerleme ve tatlılarda (reçel, marmelat, helva, jöle, turta, dondurma), alkollü içeceklerin yapımında kullanılır. Diğer taraftan kurutulmuş toz halindeki kabak unu, ekmek, tost ekmeği, sandviç ekmeği, makarna, erişte, kurabiye, bisküvi, pasta ve kek gibi unlu mamüllerde, diyet formülasyonlarında ayrıca salata, çorba ve sos gibi diğer gıda maddelerinde aroma verici ve renklendirici bir katkı olarak kullanılmaktadır. Bazı araştırmalar da balkabağının aperatif ve kahvaltılık tahıl ürünlerinde kullanıldığını belirtmiştir (Pongjanta ve ark., 2006; See ve ark., 2007; Xanthopoulou ve ark., 2009; Yadav ve ark., 2010; Guiné ve Barroca, 2012; Dirim ve Çalışkan, 2012; El-Kholy ve Abbas, 2015).

Balkabağının esansiyel yağ asidi linoleik asit (18:2), esansiyel amino asitler, magnezyum, çinko, bakır, molibden ve selenyum gibi iz elementler bakımından zengin olan çekirdekleri yemeklik yağ üretiminde kullanılmaktadır (Yadav ve ark., 2010).

Balkabağı tozunun yukarıda belirtilen bileşim unsurlarından karoten, vitaminler, mineraller, pektin ve diyet lifi bakımından zengin olması, katkı olarak ekmek ve diğer gıda ürünlerinde kullanılması halinde kullanılan gıdaların besinsel kalitesini geliştireceği, son üründe hoş bir görüntü elde edilmesinde etkili olacağı ve raf ömrünü arttıracağı belirtilmiştir (See ve ark., 2007). Balkabağının diğer özelliği lifli yapısı nedeniyle su ve glikoz ile etkileşiminde iyi performans (her ikisini bir arada yapısında tutmakta) göstermesidir ki, bu da balkabağının gıda sanayinde kullanım alanlarını artırmaktadır (Lima ve ark., 2019).

Tüketicilerin gıda, beslenme ve sağlık arasındaki ilişki konusundaki farkındalığının artması, tüketicileri yağı, kolesterolü ve kalorisi düşük doyurucu gıdalara yöneltmiştir. Dolayısıyla günümüzde tüketiciler görünüş ve tat açasından cazip sağlıklı ürünlere daha fazla ilgi göstermektedirler. Kızartılmış gıda ürünlerinin tüketici tarafından tatmin edici bulunmasının önündeki ana engel, kızartma sırasında

yüksek yağ alımıdır (Devi ve ark., 2018). Gıda endüstrisi, arzu edilen doku, renk ve tat özelliklerini korurken, az yağlı ve yağsız ürünler üretmek için alternatif işlemler geliştirmeye zorlanmıştır (Barreto ve ark., 2019). Bunun sonucunda endüstri, işleme sırasında besin kayıplarını en aza indirebilecek daha kısa işlem sürelerine sahip kızartma teknolojilerine yatırım yapmıştır (Monterio ve ark., 2020). Bu nedendir ki kızarmış ürünlerin üretiminde hidrojene edilmemiş yağ veya doymuş yağ ve trans yağ içermeyen yağlar kullanılmaktadır. Diğer taraftan araştırmacılar tatlı patates, elma, muz, avakado cipsi vs gibi cipslerde olası fazla yağı tutmayı engelleme veya daha az yağ emilimi (tadı daha az yağlı) sağlamak ve doğal renk ve lezzetlerini korumak için farklı kızartma tekniklerini kullanan çalışmalar yapmaktadırlar (Da Silva ve Moreira, 2008).

Atıştırmalıklar son yıllarda dünya çapında önem ve kabul edilebilirlik kazanmıştır. Artık çağdaş kültürümüzün bir parçası haline gelmiştir. Tipik olarak atıştırmalıklar, yüksek karbonhidrat ve yağ içeriğinden oluşan yoğun kalorili gıdalardır, protein içeriği miktarına göre düşük besin değerine sahiptirler. Geleneksel olarak protein ihtiyacının %2'sinden daha azını sağladıkları için, “boş kalori” sağlayan gıdalar olarak adlandırılırlar (Almeida ve ark., 1990). Atıştırmalık türü yiyecekler günümüzde son derece popüler hale gelmiştir. Atıştırmalık gıda üretim endüstrisi, dünya çapında yaklaşık 162 milyar dolar gelir elde etmektedir. Bu sektörün başlıca ürünleri olan cipsler, toplam sektör gelirinin %45'ini oluşturmaktadır (Doğan ve ark., 2020).

Cipsin geçmişi 1850'li yıllara dayanmaktadır. Günümüzde milyonların tükettiği bu ürün ilk olarak New York'un Saratoga Springs bölgesindeki Moon's Lake House restoranındaki bir müşterinin patates kızartmasını kalın bulup, tabağı geri göndermesiyle başlamıştır. Tabağın mutfağa geri gönderilmesi aşçının hoşuna gitmemiştir. Aşçı George Crum patatesleri ince dilimleyip, tuzunu arttırıp, derin yağda esmerleşmeden kızartarak servis ederek müşteriyi kızdırmak istemiştir. Ancak müşteri bu patates kızartmasını çok beğenmiş ve Saratoga Chips adını alarak günümüze kadar gelmiştir. Ürüne İngilizce 'ince dilim' anlamındaki 'chips' adı verilmiştir. Bir müşteri inadı ile başlayan bu serüven bugün milyar dolarlık bir bütçeye sahip dev bir sektör halini almıştır (Shivkumar, 2012).

Dünya çapında en çok patates ve mısır cipsi üretilmektedir (Yüksel ve ark., 2014). Cipslerin üretiminde yaygın olarak görülen iki tür vardır. Bunlar; ince dilimlenerek, derin yağda kızartılarak elde edilen geleneksel cipsler ve simüle edilmiş (bir veya daha fazla türde undan yapılan ve hamur haline getirilerek. ekstrüzyonla istenilen şekil verilen) cipslerdir (Trisnawati, 2017; Pedreschi ve ark., 2018). Cipslerde temel hammadde olarak patates, mısır, tuz ve yağ kullanılırken bunlara ek olarak aroma vericiler, lezzet arttırıcılar, antioksidanlar, emülgatörler, kıvam arttırıcılar ve antimikrobiyal maddeler katkı olarak kullanılmaktadır (Çoban, 2018). Türkiye’de TSE’ye göre; cipsin rutubet miktarı en çok %3, yağ en çok %40, tuz ise en çok %2 olmalıdır. İhtiva ettiği çeşninin tat, koku ve aromasında olmalıdır. Kusurlu cips miktarı kütlece %5’i, kırılmış cips miktarı ise %15’i geçmemelidir. Kendine has görünüşte olmalı, yanık olmamalı, kirlenmiş, kirli, kurtlu, böcek ve zararlılarca yenmiş olmamalıdır (TSE, 2011).

Cipsler arzu ettikleri tat ve doku nedeniyle her yaştan tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Cipslere olan yüksek ilgiye rağmen, cipsler düşük besin değerleri nedeniyle her zaman spekülasyon altındadır. Cipslerin içerdiği yüksek yağ ve tuz oranı, yüksek enerji potansiyeli ve kızartma işlemi sonucu ortaya çıkan tehlikeli kimyasal maddelerin oluşumu insan sağlığını tehlikeye atmaktadır (Duarte-Correa ve ark., 2020). Bu besinlerin aşırı tüketiminin obezite, hipertansiyon, diyabet, kalp ve damar hastalıklarının gelişimine katkı sağladığı otoriteler tarafından belirtilmiştir (WHO, 2018). Bu sebeplerin yanında artan tüketici bilincinden dolayı cips endüstrisindeki son araştırma çabaları; cipslerin bitki özleri, baklagiller, tahıllar, diyet lifi vb. gibi işlevsel bileşenlerle yeniden formüle edilmesine odaklanmıştır (Rababah ve ark., 2012). Ayrıca, pişirme hattında kuru hava kullanılarak üretilen fırınlanmış cipsler, düşük kalorili içeriğiyle son zamanlarda alternatif olarak dikkat çekmektedir. Diğer bir alternatif pişirme yöntemi ise mikrodalgadır. Mikrodalgada, besindeki su mikrodalga enerjisini emer ve geleneksel yöntemlerden farklı olarak yiyecek içten pişirilir. Böylelikle zamandan ve enerjiden tasarruf etmenin yanı sıra gıdanın besin değerleri olabildiğince korunmuş olur (Doğan ve ark., 2020).

Meyve cipsleri, uzun raf ömürleri, tekstürü, rengi, lezzeti ve sahip oldukları yüksek besin değerleri nedeniyle modern tüketiciler arasında giderek daha popüler hale gelmiştir. İnsan beslenmesi açısından önemli bileşenleri içeren balkabağının

meyve cipsi olarak değerlendirilmesine ait veya katkı olarak farklı gıdalarla birlikte meyve veya hamur cipsi olarak kullanılması konusunda mevcut çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, balkabağından hazırlanmış farklı hamur cipsi formölasyonlarına farklı kızartma teknikleri uygulayarak, üretilen cipslerin kıyaslanması hususunda yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışmasında balkabağı hamur cipsinin farklı formölasyonları üzerine kızartma tekniklerinin (kızartma, fırınlama ve mikrodalga) etkileri, kimyasal, fiziksel ve duyuşal analizlerle ortaya konulmuş neticede en çok beğenilen cips formölasyonu ve kızartma tekniği saptanmıştır. Çalışmanın sonuçları itibarıyla yeni bir cips çeşidi olarak, cips sektörüne alternatif ve tüketilebilir yeni bir ürün olarak sunulmasına katkı sağlayacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Balkabağı üzerine yapılan çalışmalar balkabağının çeşide göre değişken ama zengin bileşim öğelerine sahip olduğunu göstermiştir. Nitekim konuyla ilgili olarak yapılan bir çalışmada, balkabağının 100 g taze ağırlığında rutubet %84.32, protein %1.29, yağ %1.45, kül %1.26, diyet lifi %1.17, karbonhidrat %10.51, β -karoten 2.43 mg iken, 100 g balkabağı tozunda ise rutubet %6.01, protein %3.74, yağ %1.34, kül %7.24, diyet lifi %2.9, karbonhidrat %78.77 ve β -karoten 7.29 mg ortalama değer göstermektedir (Pongjanta ve ark., 2006).

Sarı ve turuncu renge sahip *Cucurbita moschata* ve *C. maxima* kabak çeşitlerinin karotenoid pigmentlerinin tanımlandığı bir çalışmada, kabaklarda α -karoten, β -karoten, ζ -karoten (zeta), β -karoten 5,6-epoksit, β -kriptoksantin, lutein, taraksantin, zeaksantin, luteoksantin ve auroksantin tespit edilmiştir. *C. moschata*'nın sarı çeşidinin diğer kabak çeşidinden farklı olarak, zeaksantin içermediği belirlenmiştir. İki çeşitte bulunan karotenoidlerin miktarları benzer olmasına rağmen, her iki çeşitte lutein, β -karoten ve luteoksantin daha baskın bulunmuştur. Neticede iki çeşit arasındaki renk farkının, karotenoid bileşimindeki bu niceliksel farklılıklardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada sarı meyve etine sahip *C. moschata* çeşidinin A vitamini aktivitesi, *C. maxima*'ya göre daha yüksek bulunmuştur (Hidaka ve ark., 1987).

Farklı seviyelerde (%15-50) balkabağı pulpunun, buğday ekmeği hamuruna ilavesinin, hamurun su tutma kapasitesini ve üretilen ekmeğlerde nihai rutubetin önemli ölçüde artmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Balkabağı ilaveli ekmeğin, kontrol örneğine göre daha ağır, esnek ve gözenekli olduğu gözlenirken, yapılan duyu değerlendirmesi sonucunda, %50 balkabağı katkılı ekmeğler en yüksek puanı almıştır. Balkabağında hidrasyon ve şişme kapasitesi yüksek olan diyet lifinin, buğday ekmeğinin yukarıda belirtilen özellikleri değiştirmede etkili olduğu dolayısıyla buğday ekmeği kalitesini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Păucean ve Man, 2014).

Rakcejeva ve ark., (2011) çalışmalarında kurutulmuş balkabaklarının beyaz ekmeği üretiminde kullanılması halinde ekmeğlerin, kontrol ekmeğlerine göre karotenoid ve indirgen şeker miktarı açısından daha zengin olduğunu tespit etmişlerdir. Ptitchkina ve ark., (1998) ise kabak tozu katılarak üretilen buğday

ekmeklerinin organoleptik değerlendirmesi sonucunda kontrol örneklerine göre somun hacminin arttığını ve hatta gözeneklerin dağılımının daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir. Balkabağı tozunun unlu mamüllere katılması halinde, %20'ye kadar kabak unu karışıma sahip pişmiş ürünlerin, en uzun depolama süresine sahip olduğu kaydedilmiştir (Kiharason ve Isutsa, 2019). Benzer bir diğer çalışmada ekmek formülasyonlarında karışımdaki kabak unu oranı arttıkça, ekmeklerinin rutubet içeriği, ham protein ve kullanılabilir karbonhidratları azalmış ancak; kül, ham yağ, ham lif ve enerji içeriği ise artmıştır. Yapılan duyuşal analizlerin sonuçları, ekmek kontrol örneğine kıyasla %10 kurutulmuş kabak katkılı ekmeklerin daha yüksek bir beğeni derecesi aldığını göstermiştir (Ersedo, 2019).

Farklı kek ve ekmek formülasyonlarda %10 ila 50 oranında kullanılan kabak tozunun ($p < 0.05$) numunelerdeki β -karoten içeriğini, krema kekinde 2.35-4.65 kat ve şifon kekinde 4.60-9.25 kat arttırdığı belirlenmiştir. Tatlı ekmeğin içinde %5-25 arasında balkabağı ikamesi, β -karoten içeriğini 2.18-8.0 kat, sandviç ekmeğinde 16.60-29.80 kat ve kurabiyelerde 2.44-5.29 kat artmıştır. Farklı seviyelerinde kabak tozu ile katılanmış tüm numunelerin ortalama b^* değerleri kontrol grubundan daha yüksek çıkarken, bununla birlikte su aktivitesi ve tekstür ise etkilenmemiştir ($p > 0.05$). Sandviç ekmeği ve kurabiyelerde ise %20 kabak tozu ilavesi, kontrole göre tekstür değerlerini düşürmüştür. Aynı çalışmada katılabilecek balkabağı unu oranını, kek üretimi için %20, sandviç ekmeği, tatlı ekmek ve bisküvi için %10 olarak belirlenmiştir (Pongjanta ve ark., 2006).

Lee ve ark., (2002) kızartılmış instant erişteye farklı oranlarda (%0, 2.5, 5.0 ve 10) balkabağı tozu ilave ederek, β -karoten içeriği, hamurun fiziksel özellikleri, renk, pişme kalitesi ve duyuşal özellikler üzerine etkisini incelemişlerdir. Buna göre, %5 balkabağı tozu içeren eriştelerin görünüş, tat, tekstür ve kabul edilebilirliği daha iyi bulunmuştur.

Balkabağı tozunun %10, 20 ve 30 oranında buğday unu yerine bisküvilere katkı olarak kullanıldığı farklı bir çalışmada, iki farklı kurutma (HK: hava akımında kurutma ve DK: dondurarak kurutma) uygulamasıyla elde edilen balkabağı unlarının diyet lif, fenolik madde profili, antioksidan aktivite, antioksidatif ve fenolik biyoalınabilirlik gibi fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucu balkabağı tozunu ikame

olarak kullanılmasının, büsküvilerin besleyici özelliklerini geliştirici, antioksidan aktiviteyi ve fenolik madde içeriğini arttırdığı dolayısıyla fonksiyonel bir katkı ve diyet lif alternatifi olarak, başta unlu mamuller olmak üzere, çeşitli gıda maddelerinde kullanılabileceğini göstermiştir (Aydın, 2014).

Benzer bir diğer çalışmada ise dondurarak ve sıcak hava ile kurutma yöntemleri ile elde edilmiş balkabağı tozu keklere katkı olarak katılarak kekin; su ve yağ tutma, suda çözünürlük indeksi, emülsiyona katkısı gibi fizikokimyasal özellikler ile rutubet sorpsiyon özellikleri incelenmiştir. Söz konusu çalışmada dondurarak ve sıcak hava ile kurutulmuş balkabağı tozu katkılı kek formülasyonlarının fizikokimyasal özelliklerini düzelttiği ve sorpsiyon özelliklerini olumlu etkilediği görülmüştür. Buna ek olarak, balkabağı tozunun kekin tekstür, rutubet içeriği ve rengini iyileştirdiği ve bayatlamayı geciktirdiği belirlenmiştir. Sonuçta, balkabağı tozunun gıda sistemleri içinde özellikle kek üretiminde fonksiyonel bir hammadde olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Gözükara, 2013).

Başka bir benzer çalışmada ise %5, %10 ve %15 oranında balkabağı tozu ilavesinin kekin fiziko-kimyasal özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmeler sonunda kontrol örneklerine göre %10 katkılı kek formülasyonu en yüksek puanı alırken bunu %5 ve %15 katkı oranlı kek formülasyonları takip etmiştir. Balkabağı katkılı keklerin belirgin bir koku ve aromaya sahip olduğu görülmüştür (Jesmin ve ark., 2016).

Bir diğer araştırmada, püre haline getirilen balkabağı, kuru üzüm ile birlikte probiyotik yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Bu amaçla laboratuvar koşullarında üretilen probiyotik yoğurtlara 24 saat depolamanın ardından sabit kalacak şekilde %10 kuru üzüm, %20, %25 ve %30 balkabağı püresi ilave edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bu ürünün beğeni ile tüketilebileceğini ortaya koymuştur (Çağlayan, 2018).

Dondurma içerisinde yağ yerine ikame olarak balkabağı püresinin kullanıldığı çalışmada, kabak püresi ilavesinin ürünün donma noktası, akışkanlığı ve viskozitesi üzerine etkisi gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda %80 ve %100 balkabağı ilavesi ile yapılan dondurmalar daha yavaş erimiş ve daha kremi bir tada sahip olduğu tespit edilmiştir (El-Kholy ve Abbas, 2015).

Buğday unu ve balkabağı tozu kullanılarak ekstrüde aperiatiflerin üretildiği bir çalışmada, kabak tozunun ekstrüde üründe, demir, kalsiyum, β -karoten ve protein içeriğini arttırdığı gözlenmiştir. Balkabağının karoten içeriğinin son üründe hoş bir görünüm elde edilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir (Arachchige ve ark., 2019).

Balkabağı ve katkılı kabak ürünlerinin raf ömrü üzerine ambalajlama, kurutma veya işlemenin etkilerinin belirlendiği bir çalışmada; taze kabak (sirink ambalajda bütün, yarım dilim veya çeyrek dilim olarak ambalajlanmış), kabak tozu (fırında, solar enerjide veya açık güneş kullanılarak kurutulmuş) ve %0, %5, %20, %50 veya %90 kabak tozu katkılanmış unlu mamüller kullanılmıştır. Sonuçta, raf ömrü açısından örnekler arasında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Balkabağının dilimlenmesi halinde raf ömrünü 142 günden yaklaşık 3 ila 5 güne kadar düşürmüştür. Üç farklı kurutma yöntemiyle kurutulmuş balkabağı tozunun raf ömründe önemli farklılıklar olup, en uzun raf ömrünü 11.5 ay ile solar kurutmanın sağladığı görülmüştür. Farklı kabak tozuna sahip kek ve çörek benzeri ürünler 64 gün ile en uzun raf ömrüne sahipken, irio, chapatti ve yulaf lapası gibi ezme halindeki ürünlerin iki gün sonra bozulduğu izlenmiştir. Kabak tozu karışım oranı %20'ye kadar olan pişmiş ürünler, depolama süresi boyunca en uzun süre bozulmadan kalabildiği için tavsiye edilmiştir (Kiharason ve Isutsa, 2019).

İstiridyemantarı (*P. ostreatus*) ve buğday unu kullanılarak oluşturulan kompozit cipsler için üç kızartma tekniğinin (fırın, mikrodalga, derin yağ) karşılaştırıldığı çalışmada, cipslerin besin değerlerini korumak için mikrodalga tekniğinin en uygun yöntem olduğu belirtilmiştir. Derin yağda kızartılmış cipslerin ise kontrole göre %37,07'ye kadar daha az yağ içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Mantarunun tüm örneklerdeki toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve protein değerini arttırdığı saptanmıştır. Fritözde, fırında ve mikrodalgada kızartılmış cips örnekleri için minimum ve maksimum genel kabul edilebilirlik puanları sırasıyla 3.50-6.48, 3.00-6.12 ve 3.05-6.37'dir. Genel kabul edilebilirlik, mantar unu oranı ve kızartma tekniklerinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Cips formülasyonlarındaki mantar unu oranı arttıkça genel kabul edilebilirlik puanı düşse de, formülasyon içerisinde %20'ye kadar mantar unu içeren örneklerin panelistler tarafından oldukça beğenildiği rapor edilmiştir (Doğan ve ark., 2020).

Bir diğerk araştırmada, mısır unu ve tam buğday ununa, lüpen unundan farklı oranlarda (%25-60) ilave edilerek cips üretilmiştir. Cipslere 180°C’de fırında (15 dakika) ve derin yağda (1 dakika) olmak üzere iki farklı kızartma tekniğı uygulanmıştır. Üretilen cipslerin kimyasal, fiziksel ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Lüpen unu katkısı cipslerin *p*-Anisidin, yağ asidi, mineral madde içeriğı ve glisemik indeksini önemli ölçüde değıştirirken ($p<0.01$), renk, yağ emilimi değerleri üzerinde önemli farklılıklar kaydedilmemiştir. Kızartma teknikleri genel olarak cipslerin kimyasal, fiziksel ve duyusal özellikleri üzerinde önemli farklılıklara sebep olmuştur ($p<0.01$). Fırınlanan ürünlerin (%4.60), fritözde kızartılan ürünlere (%17.49) oranla daha az yağ absorbe ettiğı rapor edilmiştir. Genel olarak fırınlanan cips örneklerinin mineral madde içeriğı, fritözde kızartılan cips örneklerine kıyasla daha yüksek olsa da, fritözde kızartılan örnekler duyusal analizde kontrol grubu tarafından daha çok tercih edilmiştir (Çoban, 2018).

Mısır unu ve pişmiş fasulye unuyla yapılan tortilla cipslerinin kalitesinin değerlendirildiğı bir çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki pişmiş fasulye unu ikamesinin cipslerin fiziksel, besinsel ve dokusal özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Analizler sonuçlarına göre %70 mısır, %30 pişmiş fasulye unundan oluşan karışımın en yüksek değerleri aldığı rapor edilmiştir. Mısır cipsi üretimine pişmiş fasulye unu dahil edilmesinin, piyasadaki mısır cipslerinden daha üstün besleyici özelliklere ve benzer doku özelliklerine sahip bir atıştırmalık ürettiğı belirtilmiştir (Ochoa-Martínez ve ark., 2016).

Mısır ve buğday ununa %0, 25, 50 oranında kırmızı mercimek unu katılarak elde edilen cips formülasyonları 170-190°C’de 7.5-9 dk fırınlanmış, yağ banyosunda ise 170-180°C’de 40-60 s kızartılmıştır. Üretilen cipslerin bileşim unsurları ile sıcaklık, süre arasındaki ilişki üzerinden optimize edildiğinde, fırınlanan cipsler için %50 mercimek unu ilaveli 170°C’de 7.5 dk, kızartılmış cipsler için %50 mercimek unu ilaveli 175°C’de 40 s en uygun model olarak tespit edilmiştir. Mercimek unu ilavesi ile üretilen cipslerde toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasite ve fonksiyonel özelliklerde artış olduğu gözlemlenmiştir. Cips formülasyonuna ilave edilen mercimek unlarının, örneklerin biyoaktif özelliklerini, protein içeriğini olumlu yönde etkilediğı sonucuna ulaşılmıştır. Duyusal olarak, kızartılan örnekler fırınlanan örneklere kıyasla daha yüksek genel beğeni puanı toplamıştır. Çalışma kapsamında

elde edilen bulgular mercimek unu ilavesi ile üretilen cipslerin tüketicilere daha sağlıklı bir alternatif olabileceğini göstermiştir (Babacan, 2017).

Bitkisel kaynaklı hammaddeler kullanılarak hazırlanan cipslerin beslenme ve fonksiyonel özelliklerini arttırmak için cipslerde bulunan bitkisel kaynaklı unlara (buğday, mısır, patates vs) ek olarak hayvansal proteinler katılabilmektedir. Konuyla ilişkili olarak yapılan bir çalışmada, cips formülasyonuna %5, %10 ve %20 oranlarında toz balık eti protein katkısı olarak ilave edilmiştir. Örneklere derin yağda kızartma ve fırında kızartma işlemi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda toz balık eti ikame oranına bağlı olarak ürünlerin protein, yağ, kül ve *p*-Anisidin değerlerinde artış gözlemlenirken, diyet lifi, L*, b* ve sertlik değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Duyusal analizler sonucunda toz balık eti oranının %10'u aşmamasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Kızartma teknikleri kıyaslandığında, en yüksek yağ içerikleri derin yağda (%24.09-42.71) kızartma işlemi uygulanan cipslerde tespit edilmiştir. Derin yağda kızartma tekniği ile elde edilen cipslerin kül içerikleri %1.95 ile %4.50 aralığında değişirken, fırında kızartma tekniği ile elde edilen cipslerin kül içerikleri %3.35 ile %8.83 aralığında bulunmuştur. Derin yağda kızartılmış cips örneklerinin L* değeri, fırında kızartılan cips örneklerinden daha düşük çıkmış ve Maillard reaksiyonu ile ilişkilendirilmiştir. Fırınlanmış cips örneklerinin sertlik değerleri muhafaza sürecinde artarken, derin yağda kızartılan cips örneklerinin sertlik değerlerinde ise azalma rapor edilmiştir. Panelistler tarafından, duyusal analizler sonucunda renk, koku, lezzet puanları değerlendirilen cips gruplarında en yüksek değerleri derin yağda kızartma tekniği almıştır (Büyüksaraç, 2018).

Bir diğer çalışmada, buğday cipslerini protein bakımından zenginleştirmek amacıyla yüksek protein içeriğine sahip olan karabuğday unu kullanılmıştır. Bu amaçla buğday ununa %0, %25, %50, %75 ve %90 oranda karabuğday unu katılarak elde edilmiş hamur cipsleri, hamurları derin yağda 160°C'de 200 s, 170°C'de 160 s, 180°C'de 80 s ve 190°C'de 50 s kızartılmıştır. Kızartılan cipslerin ürün kalite özellikleri üzerine, karabuğday unu oranının ve kızartma sıcaklığının etkisi incelenmiştir. Analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre formülasyon içerisindeki karabuğday unu miktarı arttıkça cips örneklerinde ki kül miktarında, yağ miktarında, sertlik değerlerinde, a* ve b* renk değerlerinde artış gözlemlenmiştir.

Kızartma sıcaklığı arttıkça cipslerin yağ absorpsiyonu ve L* değeri azalmıştır. Duyusal analiz sonucunda panelistlere göre 170°C'de kızartılan %50 oranında karabuğday ununa sahip cipsler tüm duyusal özellikler açısından en yüksek değerleri toplamıştır (Taşkırđı, 2011).

Günümüzde, tüketici sağlığı endişeleri nedeniyle, kızartılmış ürünlerin yağ içeriğini azaltmak için birçok çalışma yapılmıştır. Califano ve Calvelo (1987) patates cipsinde rengi ve dokuyu iyileşme ve yüzey nişastasının jelatinizasyonu yoluyla yağ alımını azaltmak için kızartmadan önceki haşlama işlemini başarıyla uygulamıştır. Rubnov ve Saguy (1997) patates cipsine fruktoz ekleyerek yüzey özelliklerinin değişmesini sağlayarak, kızartmadan sonra emilen yağın azalmasını sağlamıştır. Farklı bir yöntem olarak patateslerin kızartmadan önce mikrodalga, sıcak hava işlemleri ve fırın kullanılarak kurutulması, farklı ürünlerin yağ içeriğinde önemli bir azalmaya neden olmuştur (Lamberg ve ark., 1990; Krokida ve ark., 2001; Pedreschi ve Moyano, 2005; Trisnawati, 2017). Alternatif bir değer çözüm olarak karboksimetilselüloz ticari türevleri (hidrokolloid), kızartma sırasında bariyer oluşturma ve yağ alımını azaltmak için cips yüzeyinin kaplanması kullanılmıştır (Rimac-Brncic ve ark., 2004).

Yağ oranı yüksek atıştırmalıklardan birisi olan patates cipsindeki yağ oranını azaltmak için, herhangi bir yağ ekmeden mikrodalgada kızartma işlemiyle patates cipslerinin işlendiği bir çalışmada, patates cipslerinin boyutları sabit tutularak mikrodalgada 180-600W arasında, farklı sürelerde kızartılmıştır. Mikrodalgada kızartılmış patates cipslerinin yapısal, duyusal, dokusal ve renk özellikleri endüstriyel patates cipsleriyle benzer bulunmuştur. Çalışmadaki on bir farklı kızartma modeli arasında, 600W'da 2.5-3.0 dakikalık model, endüstriyel cipsler gibi sertlik ve kırılabilirlik değerleri kazanmıştır. Yağ oranı ise derin yağda kızartılan ticari cipslerde %35.5 olurken, mikrodalga kızartmada %3.09 olarak rapor edilmiştir (Joshi ve ark., 2016).

Kaur ve ark., (2008) haşlama işleminin patates cipslerinde nem tutma ve kırılma kuvvetini arttırdığını ve yağ alımını azalttığını rapor etmişlerdir. 120°C'de kızartılan cipsler daha düşük kırılma kuvveti ve daha yüksek nem tutma ve yağ alımı gösterirken, 180°C'de kızartılanlarda bunun tersi gözlenmiştir. 4 ve 8°C'de depolanan patateslerden elde edilen cipslerin daha yüksek nem tutma, yağ alımı ve kırılma

kuvveti gösterdiği, buna karşılık 16 ve 20°C’de depolanan patateslerden elde edilen cipslerin ise daha düşük nem içeriği ve daha düşük yağ alımı gösterdiği saptanmıştır. Sonuçta cipslerde yağ absorbe etme ve kırılma kuvvetinin pozitif korelasyon gösterdiği, bunun da haşlama ve kızartma sıcaklığından etkilendiği gözlemlenmiştir.

Cips üretim tekniklerine yeni bir yaklaşım sağlanmasının amaçlandığı bir çalışmada, derin yağda kızartma ve ekstrüzyon gibi teknikler yerine gofret üretiminde kullanılan tost plakaları kullanılmıştır. Endüstriyel cipsler ağırlığının üçte biri oranında yağ içerirken, bu çalışmada kullanılan tostlama tekniği sıcak iki plaka arasındaki hamurun rutubetini uzaklaştırarak kızartma tekniğine dayandığından, üretim sonucunda elde edilen cipslerdeki yağ oranının en fazla %2.5 olduğu tespit edilmiştir (Ertop ve ark., 2016).

Mısır cipsi üretiminde kızartma tekniklerinin (vakumlu kızartma-derin yağda kızartma) tekniklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada sürekli vakumlu kızartma ile üretilen mısır cipslerinin derin yağda üretilen cipslere göre daha az yağlı, mısır cipsine daha yakın renge sahip ve daha sert yapıda olduğu kaydedilmiştir (Xu ve ark., 2012).

Krokida ve ark., (2001) patates dilimlerinin kızartması sırasında yağ alımı, nem kaybı ve renk parametreleri üzerine yağ sıcaklığı ve patates kalınlığının önemli bir etkiye sahip olduğunu, kızartma ortamında hidrojene yağın kullanılmasının bu özellikleri etkilemediğini bildirmiştir. Aynı çalışmada kızartılmış patateste gözeneklilik, yağ sıcaklığı ve numune kalınlığı arttıkça artış göstermiştir. Bu artış hidrojene yağ ile kızartılan ürünlerde daha yüksek olmuştur. Diğer taraftan kızartma sırasında maksimum stres ve maksimum gerilme artarken, patates dilimlerinin gevrekliği hidrojene yağ ile kızartılanlarda, rafine yağ ile kızartılana göre daha yüksek bulunmuştur. Kızartma öncesi ön kurutma ve ozmotik işlemler, kızarmış patateslerin gözenekliliğini arttırırken, yağ ve nem içeriğini azaltmış fakat kuruma süresine bağlı olarak renk gelişimi üzerine olumsuz bir etkide bulunmuştur. Kurutma ve ozmotik ön işlemler ayrıca kızartma sırasında parmak patateslerin maksimum stresini ve maksimum gerginliğini arttırmıştır. Ön kurutma işlemi patates dilimlerinin gevrekliğini arttırırken, şeker çözeltileri dışındaki diğer ozmotik (tuz, maltodekstrin) ön işlemler gevrekliği etkilememiştir.

Daha düşük yağ içeriğine ve daha yüksek kaliteye sahip meyve ve sebze bazlı atıştırmalıkları üretmek için nispeten yeni bir yöntem olan vakumlu ortamda kızartma ile kabak cipsinin üretildiği çalışmada, beğenilir kalitede kabak cipsinin üretilmesinde 84.53°C'de, 40 mbar basınçta 18 dakikalık sürenin yeterli olduğunu göstermiştir (Mehrijardi ve ark., 2012).

Balkabağı tozu ve mısır nişastası kullanılarak hazırlanan dilim kalınlığı 2 mm olan cipslerin, rutubet içeriği %8'e düşürüldükten sonra 120°C'de 10 s kızartılmıştır. Çalışma sonucunda son ürünün, gevreklik, renk, tat ve koku açısından beğenilir olduğu kaydedilmiştir (Huanrong ve ark., 2007).

Bir diğer çalışmada, kepek unu ve balkabağı unu ile hazırlanmış simüle cipslerin, kurutma ve kızartma yöntemleriyle beraber fizikokimyasal ve duyu kalitelerindeki değişimler incelenmiştir. Çalışmada kurutma yöntemi olarak fırın ve mikrodalga kullanılırken, kızartma tekniği olarak derin yağ ve vakum kızartma denenmiştir. Cips örneklerinde kullanılacak kabak unları, mikrodalgada 4 saat boyunca 300W'da kurutularak elde edilmiştir. Bileşenler hamur haline getirilip, şekil verilmiştir. Kurutma işleminde, 2 saat 25 dk süreyle 55°C'lik sıcaklıkta fırın ve 1 saat 40 dk süreyle 420W güçte mikrodalga kullanılmıştır. Derin yağda kızartma yöntemi 190°C sıcaklıkta 18 saniyede, vakumlu kızartma yöntemi 80-85°C sıcaklıkta 25 dk olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarında mikrodalga kurutma yöntemi ve vakumlu kızartma tekniği ile üretilen cipslerde E vitamini, β-karoten, antioksidanlar, diyet lifi kaybının en aza indirildiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu yöntem genel kabul edilebilirlik puanı en yüksek yöntem olarak da rapor edilmiştir (Trisnawati, 2017).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılan balkabağı (*Cucurbita moschata*) 2020 hasat döneminde Ordu ilindeki üreticilerden temin edilip direk güneş görmeyen, rutubetsiz, serin bir depoda muhafaza edilmiştir. Tombul fındık unu, mısır unu, buğday unu, pirinç unu (katkısız), ayçiçek yağı, şeker ve tuz Ordu'da bulunan yerel marketlerden tedarik edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Balkabağı Püresinin Elde Edilmesi

Hasat zamanı toplanan balkabağının laboratuvar ortamında kabukları soyulup, yıkanmıştır. Küçük parçalara ayrılan balkabağı parçaları 20 briks derecesine kadar paslanmaz çelik tencerede 90°C'de 60 dk pişirilerek koyulaştırılmıştır (Şekil 3.1). Elde edilen püre homojen olması için blenderdan geçirilmiştir. Balkabağı püresi 0.5 l' lik kilitli plastik poşetlere sıcak dolun yapılarak oda ısısında soğutulup, derin dondurucu koşullarında muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1 Balkabağı Püresinin Elde Edilmesi

3.2.2. Balkabağı Hamur Cipsi Formülasyonlarının Hazırlanması

Balkabağı hamur cipsi formülasyonlarının hazırlanmasında farklı oranlarda balkabağı püresi, fındık, mısır, buğday ve pirinç unu ile şeker ve tuz kullanılarak ön duyuşal denemeler sonucu beğenilen 4 farklı cips formülasyonu elde edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Balkabağı Hamur Cipsi Formülasyonları

Bileşenler	Formülasyonlar			
	F1	F2	F3	F4
Balkabağı Pulpu	%60	%60	%60	%60
Mısır Unu	%14		%7	%4.6
Buğday Unu		%14	%7	%4.6
Pirinç Unu				%4.6
Fındık Unu	%20	%20	%20	%20
Şeker	%5.8	%5.8	%5.8	%5.8
Tuz	%0.2	%0.2	%0.2	%0.2

Formülasyonda yer alan katkı maddeleri tartıldıktan sonra stand mikserinde (Fakir, Multiplex, Almanya) 20 dk karıştırılarak hamura dönüştürülmüştür. Daha sonra hamur streçlenerek 60 dk buzdolabı koşullarında dinlendirilip, makarna açma makinesi (Marcato, Atlas 150 Roller) ve hamur kesme merdanesi (Wiesmann, 7) ile cips kalınlığı 1 mm ve genişliği 2.5 cm olacak şekilde şekil verilmiştir.

Kesilen cipsler kızartma işlemi öncesi etüvde (Nükleon, NST-120, Türkiye) 70°C’de 60 dk kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonrası örnekler 180±2°C’de 5 s fritöz (Philips, Essence HD6180, Hollanda) içindeki ayçiçek yağında, 180±5°C’de 2 dk etüvde ve 360W’da 6 dk konvansiyonel mikrodalga (Bosch, HMT72G450, Almanya) içerisinde kızartılmıştır. Oda ısısına kadar soğutulan cipsler analiz edilinceye kadar ağzı kapalı rutubet absorbe etmeyen plastik ambalajlarda muhafaza edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Balkabağı Hamur Cipsi

3.2.3 Fiziksel Analizler

3.2.3.1 Rutubet Tayini

Örneklerin rutubet içerikleri halojen lambalı ısıtma sistemine sahip rutubet tayin cihazında (Radwag, MAC 50, Polonya) belirlenmiştir.

3.2.3.2 Kül Tayini

Öğütülmüş cips örnekleri darası alınmış porselen krozelere 2 g olacak şekilde tartımı yapıldıktan sonra ön yakma işlemine tabi tutulmuştur. Örnekler kül fırınında 800°C'de yakma işlemi uygulanmıştır. Sabit ağırlığa kadar desikatörde soğutulan örnekler tartılarak kül miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

3.2.3.3 Renk Ölçümü

Cips örneklerinin Hunter L*, a* ve b* değerleri renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Cr-410) ile ölçülmüştür. Örneklerin renkleri, cihazın beyaz kalibrasyon plakasına göre L*=97.79, a*=-0.44 ve b*=+2.04 olacak şekilde kalibre edildikten sonra okunmuştur. Renk parametreleri L*=0 (siyah), L*=100 (beyaz), -a* (yeşillik), +a* (kırmızılık), -b* (mavilik) ve +b* (sarılık) aralıklarında değişen değerlerden oluşmaktadır (Mc Guire, 1992).

3.2.3.4 Tekstür Analizi

Cips örneklerinin sertlik değerleri tekstür analiz cihazı (TA.XT-Plus, Stable Microsystem Ltd., İngiltere) ile gerçekleştirilmiştir. Sıkıştırma modu için analizör ayarları: 2 mm çapında silindirik prob (A/CE), 5 mm uzaklık, 3 mm/s ön test hızı, 5 mm/s test hızı ve 10 mm/s son test hızı şeklinde ayarlanmıştır. Analiz için 12 farklı cips örneğinden 8'er adet cips kullanılmıştır.

Sertlik ve kırılma kuvveti olmak üzere iki parametre ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bu parametrelerden sertlik, örneğe uygulanan maksimum kuvvet değerini belirtirken; kırılma kuvveti, maksimum kuvvetin örnek üzerindeki uyguladığı deformasyon değeri ile ilişkilendirilmiştir (Jia ve ark., 2019).

3.2.4 Kimyasal Analizler

3.2.4.1 Protein Tayini

Örneklerin toplam protein miktarı kjeltech ünitesi kullanılarak Kjeldahl metoduna göre tayin edilmiştir. Hesaplama için dönüşüm katsayısı olarak 6.25 kullanılmıştır (James, 1995).

3.2.4.2 Yağ Tayini

Yağ tayini soxhlet yöntemi ile yapılmıştır (AOAC, 1990). Yağ tayini için yaklaşık 1.5 g cips örneği darası alınan filtre kağıtlarına tartılıp, soxhlet cihazının selüloz kartuşlarına yerleştirilmiş ve n-hekzan ile ekstrakte edilmiştir. Yağları alınan örneklerde kalıntı n-hekzan evüde 105°C'de 1 saat bekletilerek uzaklaştırılmıştır. Örneklerin yağ miktarı ağırlık farkından faydalanılarak % olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.3 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde içeriği, fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu çözeltisi ile verdiği rengin spektrofotometrede (UV-VIS Shamadzu, UV mini-1240, Japonya) ölçümü ile saptanmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). Falcon tüplere 1 g örnek tartılmıştır. Örneklerin üzerine 10 ml metanol (%1 HCl içeren %80'lik) eklenmiştir. Örnekler çalkalamalı inkübatörde (Infors HT, Ecotron, İsviçre), oda sıcaklığında 200 rpm' de 3 saat bekletilmiştir. Oluşan bulanıklığın giderilmesi amacıyla tüpler 4°C'de 4000 rpm' de 5 dakika santrifüj (Nuve, NF 800R, Türkiye) edilmiştir. Bu işlemin ardından üstte kalan berrak kısım falkon tüplere aktarılmıştır. Elde edilen berrak kısımdan 25 µl örneğe, 75 µl folin-ciocalteu, 750 µl %6'lık Na₂CO₃, 750 µl saf su eklenmiştir. Homojen hale getirilen örnekler 90 dk karanlıkta bekletildikten sonra kontrole karşı 725 nm'de okuma yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı gallik asit çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon eğrisi kullanılarak gallik asit eşdeğeri (mg GAE/100g örnek) üzerinden hesaplanmıştır.

3.2.4.4 DPPH-Radikal Süpürme Aktivitesi (DPPH-RSA) ve Antioksidan Kapasitesi (TEAC) Tayini

Örneklerin DPPH-RSA'ı mor renkli stabil bir bileşik olan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini indirme gücünün ölçülmesine dayanan DPPH yöntemi ile belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010). Toplam fenolik madde tayini için hazırlanan ekstraktan 100 µl örnek alınmıştır. Üzerine 2.9 ml DPPH' radikali eklenmiştir. Karanlıkta 30°C'de 30 dk bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda

etanolu ile sıfırlanan spektrofotometreye (UV-VIS Shamadzu UV mini-1240, Japonya) karşı absorban değerleri okunmuştur. DPPH radikalının DPPH-radikal süpürme aktivitesi aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{DPPH-RSA (\% inhibisyon)} = (1 - (\text{AbSörnek}/\text{AbSkontrol}) \times 100) \quad (1.1)$$

Antioksidan kapasitesi tayininde farklı konsantrasyonlarda (0-2.5 mM) troloks çözeltisinden hazırlanmış kalibrasyon grafiği kullanılmıştır. Sonuçlar troloks standart eğrisinden yararlanılarak $\mu\text{mol TE/g}$ örnek olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.5 HMF Tayini

HMF tayini için örnekler falkon tüplere 0.5 g tartılmıştır. Örneklerin üzerine 8 ml saf su ilavesi yapılmıştır. Ardından 1'er ml Carrez I ve Carrez II ilave edilmiş, vorteks kullanılarak homojen hale getirilmiştir. Çöktürme işleminden sonra çözelti filtre edilmiştir. Berrak kısımdan 1 ml örnek alınarak üzerine 2 ml p-toluidin ve 1 ml barbutirik asit ilave edilmiştir. 2 dk karanlıkta bekletilip, içinde barbutirik asit yerine saf su içeren şahite karşı 550 nm dalga boyunda spektrofotometrede (UV-VIS Shamadzu, UV mini-1240) okunma yapılmıştır (IFFJP, 1972).

3.2.4.6 Toplam Karotenoid Tayini

Analiz için falkon tüplere cips örneklerinden 0.3 g tartıldı. Üzerine 2.5 ml %0.05'lik BHT, 2.5 ml %99'luk etanol ve 5 ml n-hekzan eklenmiştir. Çözeltiler çalkalamalı inkübatörde, buz içerisinde 180 rpm' de 15 dk karıştırılmıştır. Homojenize edilen tüpler faz ayrımı için oda sıcaklığındaki karanlık bir ortamda 5 dk bekletilmiştir. Faz ayrımı gerçekleşen tüplerdeki üstte kalan n-hekzan tabakası alınmıştır. Elde edilen bu kısım spektrofotometrede (UV-VIS Shamadzu, UV mini-1240) β -karoten için 479 nm' de hekzana karşı okuma işlemine tabi tutulmuştur (Davis ve ark., 2003; Davis ve ark., 2009).

3.2.4.7 Akrilamid Tayini

Akrilamid tayini için falkon tüplere 0.5 g örnek tartılmıştır. Örneklerin üzerine 8 ml saf su ilavesi yapılmıştır. Ardından 1'er ml Carrez I ve Carrez II ilave edilmiş, vorteks kullanılarak homojen hale getirilmiştir. Çözeltinin üzerine 10 ml saf su ilave edilmiş, tekrar vorteks kullanılarak karıştırılmıştır. Çözelti Whatman 42 filtre kağıtları ile filtre edilmiştir. Filtre işlemi sonrasında elde edilen süzüntüden 1 ml alınarak üzerine 4 ml potasyum permanganat çözeltisi ve 20 ml saf su eklenmiştir. Örnekler 1

dk bekletilip spektrofotometrede (UV-VIS Shamadzu, UV mini-1240) 355 nm' de kontrole karşı okunmuştur (Fakhre ve Ibrahim, 2014).

3.2.4.8 Mineral Madde Tayini

Cips örnekleri tartımdan önce toz haline getirilmiştir. Örnekler analiz için yakma kaplarına 0.2 gram olacak şekilde tartıldıktan sonra üzerine 2 ml %65'lik nitrik asit (HNO_3) ve 0.2 ml %30'luk hidrojen peroksit (H_2O_2) eklenmiştir. Yakma kaplarından bir tanesine örnek konulmamış yalnızca 2 ml nitrik asit ve 0.2 ml hidrojen peroksit ilave edilerek kontrol hazırlanmıştır. Ağızları kapatılan kaplar rotora yerleştirilmiştir. Yakma işlemi, mikrodalga yakma ünitesinde (Milestone, Ethos Easy Microwave Digestion System, İtalya) gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemi üç basamak (Yükselme: 200°C-20 dk, Yakma: 200°C-15 dk, Soğuma: 15 dk) olacak şekilde 50 dakikada tamamlanmıştır. Yakma işlemi bittiğinde gaz çıkışı ve yakma kaplarının içerisinde partikül kalıp kalmadığı kontrol edilmiştir. Örnekler soğutulduktan sonra ultra saf su ile 5 ml'ye tamamlanmıştır. Analize hazır hale gelen örnekler ICP-MS (Thermo Scientific ICAP Q) cihazında, plazma oluşturulduktan 20 dk sonra okunmuştur. Tüm örnekler için iki paralel okuma yapılmıştır.

Kalibrasyon standartlarının hazırlanmasında stok standart olarak 100 mg/kg konsantrasyona sahip multi element standart çözeltisi (Chem-Lab, Belçika) kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrileri, her bir kalibrasyon noktasında üç okuma yapılarak oluşturulmuş, veriler QTegra yazılımı ile işlenmiştir. ICP-MS sisteminde taşıyıcı gaz olarak yüksek saflıkta argon gazı kullanılmıştır. Mineral madde tayini NMKL 186 (2007) metoduna göre yapılmıştır. ICP-MS çalışma koşulları aşağıda ilgili çizelgede özetlenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 ICP-MS Çalışma Koşulları

Spectrefotometre	Kütle
RF Gücü (W)	1550 W
Plazma gaz akış hızı (L/dk)	14 L/dk
Auxiliary gaz akış hızı (L/dk)	0.80 L/dk
Nebulizer gaz akış hızı (L/dk)	1.10 L/dk
Örnekleme derinliği (mm)	15 mm
Acquisition modu	Spectrum
Tekerrür	3
Sprey chamber sıcaklığı (°C)	2.7°C
Nebulizer tipi	PFA tipi
Örnekleyici konisi	Nikel koni
Analitik kütleler	⁹ Be, ¹¹ B, ¹⁴ Si, ²³ Na, ²⁴ Mg, ²⁷ Al, ³⁹ K, ⁴⁴ Ca, ⁵¹ V, ⁵² Cr, ⁵⁵ Mn, ⁵⁷ Fe, ⁵⁹ Co, ⁶⁰ Ni, ⁶³ Cu, ⁶⁶ Zn, ⁷⁵ As, ⁷⁷ Se, ⁸⁸ Sr, ⁹⁵ Mo, ¹¹¹ Cd, ¹²¹ Sb, ¹³⁷ Ba, ²⁰⁵ Tl, ²⁰⁸ Pb

3.2.5 Duyusal Analiz

Duyusal analiz, Gıda Mühendisliği alanında yetişmiş 10 panelist ile gerçekleştirilmiştir. Panel üyeleri 12 farklı cips örneğini renk, koku, sertlik, kırılabilirlik-gevreklik, dolgu materyalinin ağızda erime durumu, yağlılık, katkı maddesi ile cipsin uyumu, yabancı tat ve aroma, genel kabul edilebilirlik yönünden 1’den 9’a kadar değişen puanlama sistemi ile beğeni düzeyine göre rakamsal olarak değerlendirilmiştir. Örnek geçişlerinde, ağızdaki tadı nötrlemek için panelistlere su kullanılmıştır. Duyusal değerlendirmede kullanılan puanlama testi EK 1’de verilmiştir.

3.2.6 Deneme Planı ve İstatistiksel Analizler

Araştırma Tesadüf Parselleri Faktöriyel Deneme düzende 3 kızartma yöntemi x 4 un çeşidi x 3 Tekerrür olmak üzere toplam 36 örnek ile kurulup, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada MINITAB 18 istatistik programı kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Farklı Formülasyon ve Kızartma Yöntemi ile Elde Edilmiş Balkabağı Hamur Cipslerinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Farklı formülasyonlarla ve kızartma yöntemleri ile hazırlanmış balkabağı hamur cipslerinin kimyasal ve fiziksel bileşim unsurlarında meydana gelen değişimi gösteren istatistiksel analiz sonuçları Varyans Analizi Tablosu (ANOVA) Çizelge 4.1’de, kimyasal ve fiziksel özelliklere ait korelasyon tablosu ise EK 2’de verilmiştir. Her bir bileşim unsuruna ait istatistiki olarak önemli bulunan ortalamalar ile Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, bileşim unsurlarına ait başlık içerisinde Çizelge ve Şekil ile (grafik) gösterilerek tartışılmıştır. Varyans Analizi Tablosu (VAT) incelendiğinde balkabağı hamur cipslerinin bileşim unsurları üzerine Formülasyon (F), Kızartma Yöntemi (KY) ana faktörlerinin etkisi önemli bulunurken ($p<0.05$), diğer taraftan bileşim unsurlarına ait tekerrürler arasında fark bulunmamıştır. Formülasyon x Kızartma Yöntemi (FxKY) ortak etkileşiminin kül ve protein miktarı üzerine etkili olmadığı diğer bileşim unsurları üzerine ise etkili olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.2 Rutubet Miktarı Değişimi

F, KY ve Tekerrür ana faktörleri ile FxKY ortak etkileşiminin rutubet miktarı üzerine etkisini yansıtan Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.1’de, rutubet miktarına ait ortalamaların FxKY interaksiyonuna göre değişimi ile önemli çıkan ortalamalara ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yapılan Varyans Analizi sonucunda F, KY ve FxKY’nin, rutubet miktarı üzerine etkisi $p<0.01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.2 incelendiğinde ortalama rutubet miktarı F2’nin derin yağ kızartmasında %0.994 ile en düşük değeri, F2’nin konvansiyonel mikrodalga uygulamasında ise %1.7 ile en yüksek değeri aldığı görülmektedir. Cips formülasyonlarına göre F1, F2 ve F4 ortalama rutubet miktarının F3’den farklı ve yüksek olduğu, diğer taraftan konvansiyonel mikrodalga (konv. mikrodalga) yöntemi ile kızartılan cipslerde rutubet miktarının (%1.639) yüksek ortalama değer gösterdiği, bunu sırasıyla etüv (%1.513) ve derin yağ (%1.176) yöntemleri ile kızartılmış cipslerin takip ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.1).

Çizelge 4.1 Farklı Formülasyon ve Kızartma Yöntemleri ile Elde Edilen Balkabağı Hamur Cipslerinin Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Rutubet (%)		Kül (%)		Yağ (%)		Protein (%)		HMF (mg/kg)	
		KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri
Formülasyon (F)	3	0.033435	12.10**	0.247519	51.83**	48.648	23.83**	1.30414	22.54**	247.33	21.26**
Kızartma Yöntemi (KY)	2	0.687684	248.89**	0.521353	109.17**	426.501	208.91**	5.86190	101.30**	515.30	44.30**
Tekerrür	2	0.006600	2.39	0.000039	0.01	4.606	2.26	0.02331	0.40	17.70	1.52
F x KY	6	0.056056	20.29**	0.006598	1.38	9.077	4.45**	0.07989	1.38	108.91	9.36**
Hata	22	0.002763		0.004775		2.042		0.05787		11.63	

Çizelge 4.1 Farklı Formülasyon ve Kızartma Yöntemleri ile Elde Edilen Balkabağı Hamur Cipslerinin Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları (**devamı**)

Varyasyon Kaynakları	SD	TFM (mg GAE/100g)		INH (%)		TEAC (µg TE/mg)		Top.Karotenoid (mg/kg)		Akrilamid (mg/kg)	
		KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri
Formülasyon (F)	3	21111.8	68.22**	0.9567	3.59*	16.399	2.98*	14883.6	208.17**	87679	38.16**
Kızartma Yöntemi (KY)	2	5123.7	16.56**	2.7980	10.51**	23.345	4.24*	24936	348.78**	193846	84.36**
Tekerrür	2	291.1	0.94	1.4529	5.45	10.242	1.86	13.8	0.19	2210	0.96
F x KY	6	1881.3	6.08**	4.3882	16.48**	19.097	3.47*	474	6.63**	67824	29.52**
Hata	22	309.5		0.2664		5.501		71.5		2298	

*: p<0.05 düzeyinde önemli. **: p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.1 Farklı Formülasyon ve Kızartma Yöntemleri ile Elde Edilen Balkabağı Hamur Cipslerinin Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları (**devamı**)

Varyasyon Kaynakları	SD	Sertlik		Kırılgenlık		Hunter Renk Değerleri					
		(g)		(mm)		L* değeri		a* değeri		b* değeri	
		KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri
Formülasyon (F)	3	33459.3	472.90**	0.5858	168.91**	121.002	28.80**	4.334	8.38**	39.4591	24.99**
Kızartma Yöntemi (KY)	2	135.3	1.91	0.3331	96.04**	104.822	24.94**	591.531	1143.81**	97.3838	61.67**
Tekerrür	2	37.5	0.53	0.0034	0.99	4.772	1.14	0.523	1.01	0.0985	0.06
F x KY	6	1773.2	25.06**	0.0305	8.80**	53.465	12.72**	9.313	18.01**	32.3812	20.51**
Hata	22	70.8		0.0035		4.202		0.517		1.5790	

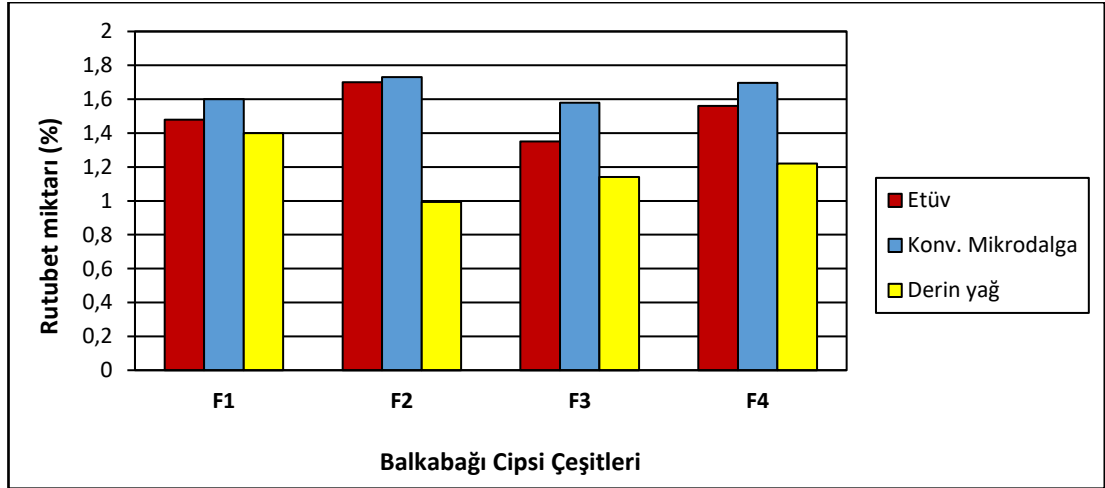
*: p<0.05 düzeyinde önemli. **: p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.2 Rutubetin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Rutubet Miktarı * (%)
F1	Etüv	1.480 ^{CD}
	Konv. Mikrodalga	1.600 ^{BC}
	Derin yağ	1.400 ^{DE}
F2	Etüv	1.700 ^{AB}
	Konv. Mikrodalga	1.731 ^A
	Derin yağ	0.994 ^G
F3	Etüv	1.350 ^{DE}
	Konv. Mikrodalga	1.580 ^{BC}
	Derin yağ	1.140 ^{FG}
F4	Etüv	1.560 ^{BC}
	Konv. Mikrodalga	1.697 ^{AB}
	Derin yağ	1.220 ^{EF}

* Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Yapılan korelasyon testi, balkabağı cipslerinin rutubet miktarı ile kül ($r=0.616$), protein ($r=0.596$), HMF ($r=0.393$), top. karotenoid ($r=0.456$) ve akrilamid ($r=0.556$) arasında pozitif korelasyon gösterirken, yağ ($r=-0.748$), Hunter a* değeri ($r=-0.883$) ve Hunter b* değeri ($r=-0.504$) arasında ise negatif korelasyon göstermiştir ($p<0.05$) (EK 2).



Şekil 4.1 Rutubet Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Farklı atıştırmalık ürünlerde ortalama rutubet miktarını, mısır patlağında %2.6, patates cipsinde %2.8, tortilla cipsinde %0.9, galetada (grissini) %3.5, tahıl barlarında %2.6, kit katda %2.0, krakerde %6.4, pirinç kruvasanlarında %3.0, mısır gevreklerinde %3.0 olarak bildirmişlerdir (Brennan ve ark., 2013).

Soto ve ark., (2020) 120 °C’de 13 dk, yağ içeriği %24-29 olacak şekilde derin yağ sisteminde (55L yağ- 530-100 rpm karıştırıcı hızı), vakum altında (25 kPa) soya ve palm yağı ile kızarttıkları papaya cipslerinde rutubet miktarını 1.9 ± 0.12 olarak bildirmişlerdir.

Babacan (2017) %25 mercimek unundan elde edilen ve 170-190°C’de 6-9 dk fırında kızartılan cipslerde rutubet miktarı ortalama %0.06-12.51 olarak, 170-180°C’de 40-60 dk derin yağda kızartılan cipslerde ise ortalama %0.4-3.51 olarak rapor etmiştir.

Etüvde ve derin yağda kızartılan balkabağı cipsi örneklerinin rutubet miktarının Babacan (2017) ve Soto ve ark., (2020)’nın bulgularının değişim sınırları içerisinde yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan Brennan ve ark., (2013) bildirdiği muhtelif atıştırmalıklara göre tortilla cipsi hariç, tüm kızartma tekniklerinde üretilmiş balkabağı cipsine ait rutubet bulgularının daha düşük değer aldığı görülmektedir. Bunun muhtemel sebebi cips formülasyonu ve cips kalınlığı, yüzey alanı ve kızartma süreleridir.

4.3 Kül Miktarı Değişimi

Formülasyon (F), Kızartma Yöntemi (KY) ve Tekerrür (T) ana faktörleri ile FxKY ortak etkileşiminin kül miktarında meydana getirdiği değişimlerin Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.1’de, kül miktarına ait ortalamaların FxKY interaksyonuna göre değişimi ile önemli çıkan ortalamalara ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Yapılan Varyans Analizi sonucunda F ve KY’nin kül miktarı üzerine etkisi $p<0.01$ seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunurken, FxKY interaksyonunun etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

FxKY interaksyonuna ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde ortalama kül miktarı, F1’in konv. mikrodalga kızartmasında %2.337 ile en yüksek değeri, F3’ün derin yağ kızartmasında ise %1.588 ile en düşük değeri aldığı tespit edilmiştir. Cips formülasyonları karşılaştırıldığında ortalama kül miktarı en yüksek F1 (%2.229) olurken, en düşük ortalama kül miktarına sahip formülasyon F3 (%1.864) olmuştur. Kül miktarı üzerine etkili FxKY interaksyonu grafiğine göre ortalama kül miktarları etüvde %2.165, konv. mikrodalgada %2.101, derin yağda

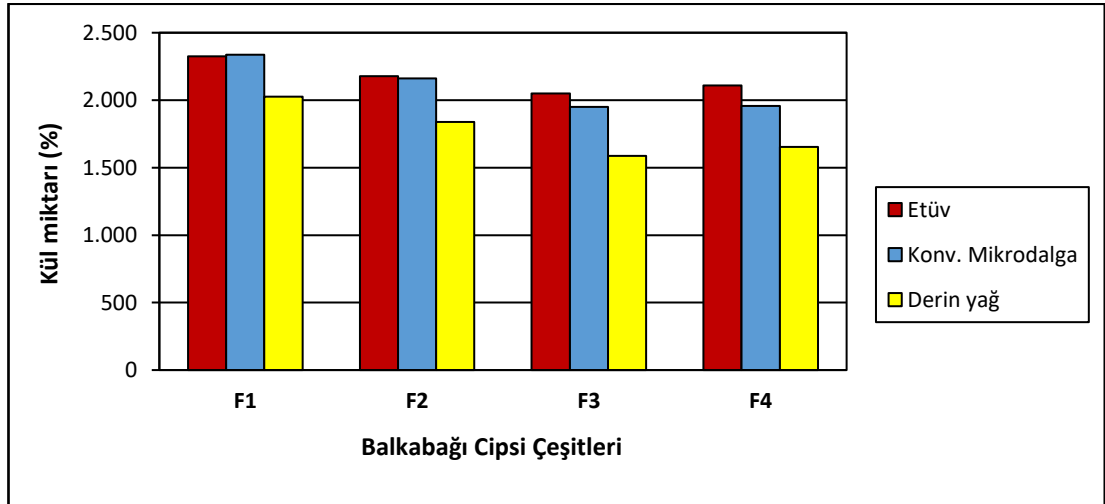
gerçekleşen kızartma işleminde ise %1.776 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.2).

Çizelge 4.3 Külün Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Kül Miktarı * (%)
F1	Etüv	2.324 ^A
	Konv. Mikrodalga	2.337 ^A
	Derin yağ	2.026 ^{B-E}
F2	Etüv	2.177 ^{AB}
	Konv. Mikrodalga	2.161 ^{A-C}
	Derin yağ	1.839 ^{EF}
F3	Etüv	2.050 ^{B-D}
	Konv. Mikrodalga	1.951 ^{DE}
	Derin yağ	1.588 ^G
F4	Etüv	2.109 ^{B-D}
	Konv. Mikrodalga	1.958 ^{C-E}
	Derin yağ	1.654 ^{FG}

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Yapılan korelasyon analizi, balkabağı hamur cipslerinin kül miktarının yağ (r= -0.452), sertlik değeri (r= -0.443) ve Hunter a* renk değeri (r= -0.633) ile arasında negatif, HMF (r= 0.329), TFM (r= 0.430), top. karotenoid (r= 0.622) ve kırılgenlik değeri (r= 0.556) ile arasında pozitif yönde anlamlı derecede (p= 0.05) ilişkili olduğu saptanmıştır (EK 2).



Şekil 4.2 Kül Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Konuya benzer yapılan bir çalışmada, fırınlanmış (170-190°C’de 6-9 dk) mercimek cipslerinin (%25 mercimek unu) kül miktarları %3.25-4.62 aralığında, yağda kızartılarak (170-180°C’de 40-60 dk) elde edilen mercimek cipslerinin kül miktarlarının ise %3.02-3.86 aralığında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Babacan, 2017).

Ertop ve ark., (2016) ise zenginleştirilmiş gluten cipslerindeki kül miktarını %2.446-3.494 aralığında rapor etmiştir.

Balık cipsi üretimi gerçekleştirilen bir çalışmanın toz balık eti ilave edilmemiş kontrol örnekleri incelendiğinde, derin yağda kızartma yöntemiyle üretilen buğday cipslerinin kül miktarı %1.95, mısır cipslerinin kül miktarı %3.41 olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada fırınlanan buğday cipslerinin kül miktarı %3.35, mısır cipslerinin kül miktarı ise %3.49 olarak bulunmuştur (Büyüksaraç, 2018).

Mevcut çalışma bulguları literatür verileri ile karşılaştırıldığında nispeten daha az olduğu görülmektedir. Farklılıklarının formülasyonlardaki katkı olarak kullanılan bileşenlerin (mısır, buğday, pirinç, fındık, balkabağı pulpu, şeker, tuz) ve oranlarının üretilen balkabağı hamur cipsinin kül miktarına farklı yansımaları ve diğer cipslere göre farklı bileşime sahip olmasından kaynaklandığı akla gelmektedir.

4.4 Yağ Miktarı Değişimi

Yağ miktarı üzerine F, KY ve Tekerrür ana değişkenlerinin ve FxKY interaksiyonunun etkileri Varyans Analiz Tablosunda (Çizelge 4.1), yağ miktarı değişiminin önemli olduğu FxKY interaksiyonu ortalamalarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.4’de ve değişimi gösteren grafik ise Şekil 4.3’de verilmiştir. Varyans Analizi sonucunda F, KY ve FxKY’nin, yağ miktarı üzerine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3 incelendiğinde, ortalama yağ miktarı F2’nin derin yağ kızartmasında %38.110 ile en yüksek değeri, F4 formülasyonunun etüv uygulamasında ise %20.27 ile en düşük değeri aldığı izlenmektedir.

Cips formülasyonları kendi aralarında karşılaştırıldığında F4’ün %24.81 ile diğer formülasyonlardan daha az yağ miktarı içerdiği saptanmıştır. Kızartma tekniklerinin yağ miktarı değişimine etkileri karşılaştırıldığında ise en yüksek yağ miktarının %34.62 ile derin yağda kızartma tekniğinde olduğu, bunu sırasıyla

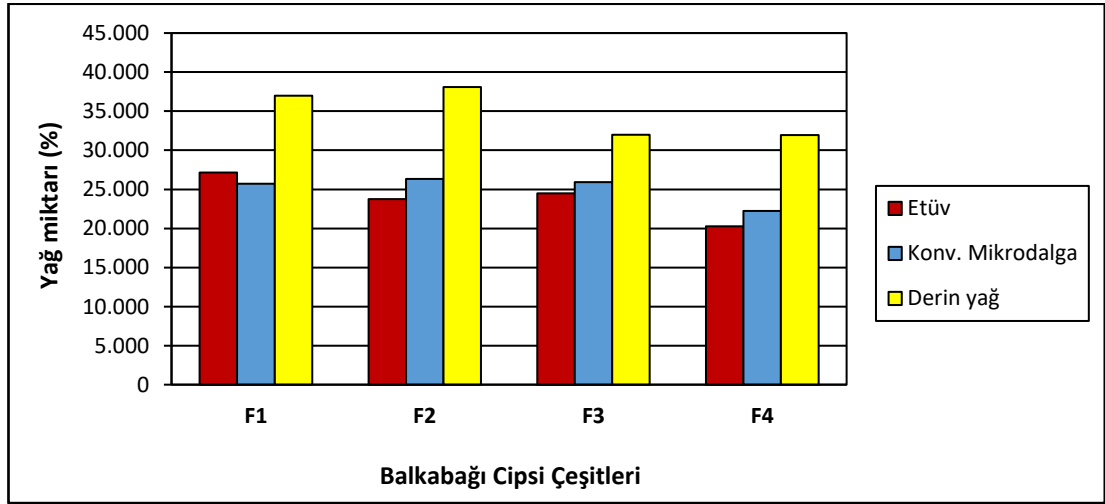
%25.04'lik yağ miktarıyla konv. mikrodalga ve %23.92 ile etüv uygulamasının takip ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.4 Yağın Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Yağ Miktarı * (%)
F1	Etüv	27.148 ^C
	Konv. Mikrodalga	25.713 ^{CD}
	Derin yağ	37.002 ^A
F2	Etüv	23.764 ^{C-E}
	Konv. Mikrodalga	26.322 ^{CD}
	Derin yağ	38.110 ^A
F3	Etüv	24.487 ^{C-E}
	Konv. Mikrodalga	25.929 ^{CD}
	Derin yağ	31.999 ^B
F4	Etüv	20.270 ^E
	Konv. Mikrodalga	22.219 ^{DE}
	Derin yağ	31.932 ^B

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Balkabağı hamur cipslerinin bileşim unsurları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için yapılan korelasyon analizinde, yağ miktarının protein ($r = -0.793$), top. karotenoid ($r = -0.611$) ve akrilamid ($r = -0.522$) arasında negatif yönde, TEAC ($r = 0.389$) ve Hunter a* renk değeri ile ise pozitif yönde önemli ($p = 0.001$) bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (EK 2).



Şekil 4.3 Yağ Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Brennan ve ark., (2013) farklı atıştırılabilir ürünlerinden mısır patlağı, patates cipsi, tortilla cipsi, galeta (grissini), tahıl barları, kit kat, kraker, pirinç kruvasanı ve mısır gevreği gibi ürünlerde ortalama yağ miktarını sırasıyla %20, %34.2, %22.6, %8.4, %22.2, %26, %0.6, %1.0 ve %0.9 olarak bildirmişlerdir.

Diğer taraftan, Doğan ve ark., (2020) derin yağda kızartılmış mantar unu ilaveli buğday cipslerinde yağ miktarını %15.5-26.95 arasında tespit etmişlerdir.

Soya ve palm yağı ile 120°C'de 13 dk, rutubet içeriği %2 olacak şekilde derin yağ sisteminde (55L yağ- 530-100 rpm karıştırıcı hızı), vakum altında (25 kPa) kızartılan papaya cipslerinde yağ miktarını %23.90±1.38 ile %29.25±1.43 arasında bildirmişlerdir (Soto ve ark., 2020).

Başka bir çalışmada Çoban (2018), fırınlanmış lüpen unu ilaveli cipslerin yağ içeriğini ortalama %4.60, kızartılmış lüpen unu ilaveli cipslerin yağ içeriğini ortalama %17.49 olarak saptamıştır.

Yapılan bir diğer çalışmada, mercimek unu ilaveli cipslerin yağda kızartılması sonucunda cipslerin yağ miktarları %17.59-21.37 aralığında değişkenlik göstermiştir (Babacan, 2017).

Yüksel (2014), bayat ekmek ile zenginleştirilmiş buğday ve mısır cipslerinin yağ içeriğini sırasıyla %21.48-34.02 ve %22.51-28.28 aralığında tespit etmiştir.

Benzer bir çalışmada, derin yağda kızartma yöntemiyle üretilen buğday cipslerinin yağ miktarı %24.09, mısır cipslerinin yağ miktarı %25.12 olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada fırınlanan buğday cipslerinin yağ miktarı %7.01, mısır cipslerinin yağ miktarı ise %6.62 olarak bulunmuştur (Büyüksaraç, 2018).

Pedreschi ve Moyano (2005) ön kurutmanın patates cipslerinin yağ içeriği üzerindeki etkisini incelediği çalışmalarında, ön kurutma işleminin patates cipsinin gevrekliğini arttırdığı ve kızartma sonrası beyazlatılmış patates dilimlerinde yağ emilimini önemli ölçüde azalttığını tespit etmiştir.

Krokida ve ark., (2001) patates dilimlerinin kızartması sırasında yağ alımı, nem kaybı ve renk parametreleri üzerine yağ sıcaklığı ve patates kalınlığının önemli bir etkiye sahip olduğunu, kızartma ortamında hidrojen yağın kullanılmasının bu özellikleri etkilemediğini bildirmiştir.

Araştırmada üretilen balkabağı hamur cipsi ve literatürde yer alan diğer cips benzeri atıştırmalıkların yağ açısından zengin ve enerji gıdaları olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçları benzeri literatürde geçen gıdaların yağ değerleri ile benzerlik göstermiştir. Fakat derin yağda kızartılmış balkabağı hamur cipslerinde yağ miktarının Doğan ve ark., (2020) istiridye mantarı ve buğday unu katkılı kompozit cipsteki bulgularının aksine diğer kızartma tekniklerine (fırın ve mikrodalga) göre daha yüksek olduğu, bunun da formülasyonlarda yer alan tahıl unlarındaki nişastanın miktarına bağlı olarak yağı fazla absorbe etmesi yanında kızartma işleminde kullanılan yağın türü, kızartma sıcaklığı ve bekletme süresi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

4.5 Protein Miktarı Değişimi

Balkabağı hamur cipslerinin üretiminde etkili ana varyasyon kaynakları F, KY ve T ile FxKY ortak etkileşiminin, protein miktarında meydana getirdiği değişimlere ait Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.1’de, protein miktarına ait ortalamaların FxKY interaksiyonuna göre değişimi ile önemli çıkan ortalamalara ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Yapılan Varyans Analizi sonucunda F ve KY’nin protein miktarı üzerine etkisi $p < 0.01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunurken, FxKY interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Proteinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Protein Miktarı * (%)
F1	Etüv	11.290 ^{B-D}
	Konv. Mikrodalga	10.903 ^{C-E}
	Derin yağ	9.811 ^F
F2	Etüv	11.951 ^{AB}
	Konv. Mikrodalga	11.847 ^{AB}
	Derin yağ	10.663 ^{DE}
F3	Etüv	11.913 ^{AB}
	Konv. Mikrodalga	11.252 ^{B-D}
	Derin yağ	10.357 ^{EF}
F4	Etüv	12.020 ^A
	Konv. Mikrodalga	11.483 ^{A-C}
	Derin yağ	10.882 ^{C-E}

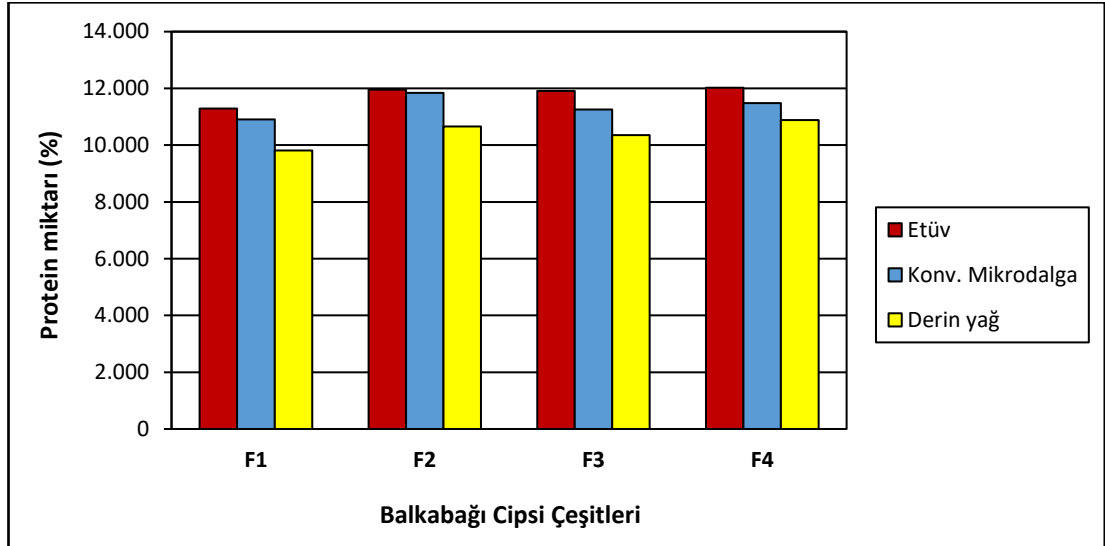
*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

FxKY interaksiyonuna ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde ortalama protein miktarı, F4 formülasyonunun etüvde kızartılmış cipslerinde %12.020 ile en yüksek değeri, F1’in derin yağ kızartmasında %9.811 ile

en düşük değeri aldığı tespit edilmiştir. Cips formülasyonları karşılaştırıldığında ortalama protein miktarı en yüksek F2 (%11.487) olurken, en düşük ortalama protein miktarına sahip formülasyon F1 (%10.668) olmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.4).

Protein miktarı üzerine etkili FxKY interaksyonu grafiğine göre kızartma tekniklerinde ortalama protein miktarları etüvde %11.793, konv. mikrodalgada %11.371, derin yağda gerçekleşen kızartma işleminde ise %10.428 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.4).

Korelasyon analizi sonucunda (EK 2), protein miktarının HMF ($r= 0.429$), TFM ($r= -0.422$), DPPH-RSA ($r= -0.403$), top. karotenoid ($r= 0.349$), akrilamid ($r= 0.536$), sertlik değeri ($r= 0.384$) ve Hunter a* renk değeri ($r= -0.748$) ile ilişkili olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).



Şekil 4.4 Protein Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Brennan ve ark., (2013) farklı atıştırmalık ürünlerde ortalama protein miktarını, mısır patlağında %2.1, patates cipsinde %6.2, tortilla cipsinde %7.6, galetada (grissini) %11.2, tahıl barlarında %10.4, kit katda %7.5, krakerde %9.4, pirinç kruvasanlarında %6.1, mısır gevreklerinde %7.9 olarak bildirmişlerdir.

Nitekim konuyla ilgili yapılan benzer çalışmalarda, buğday cipslerinin derin yağda kızartılmasıyla protein miktarları %7.28, fırında kızartıldığında ise %9.62 olarak kaydedilmiştir. Aynı çalışmada mısır cipsi protein içeriği de derin yağda %4.91, fırında %5.97 bulunmuştur (Büyüksaraç, 2018).

Babacan (2017) tarafından yapılan çalışmada %25 mercimek unundan elde edilen ve fırında kızartılan cipslerde protein miktarı ortalama olarak %8.35-15.49, derin yağda kızartılan cipslerde ise ortalama %6.83-12.78 arasında tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada, bayat ekmeke unu ilave edilen buğday cipslerinin protein değerleri en düşük %7.42, en yüksek %8.67 olarak kaydedilmiştir. Aynı çalışmada bayat etmeke unu ile zenginleştirilmiş mısır cipslerinin protein değerleri %3.79 ile %6.81 arasında değişim göstermiştir (Yüksel, 2014).

Benzer çalışmalar ile çalışmanın sonuçları karşılaştırıldığında; etüv uygulaması ile elde edilen balkabağı hamur cipslerin protein değerlerinin, derin yağda kızartılan cips örneklerinin protein değerlerinden yüksek olması ortak bir tespittir. Formülasyonlar arası oluşan protein miktarı içeriği farklılıklarının ise formülasyonlarda bulunan un çeşitlerinin (mısır, buğday, pirinç, fındık) içerdiği protein miktarını etkilemesi muhtemeldir.

4.6 Hidroksimetilfurfural (HMF) Değişimi

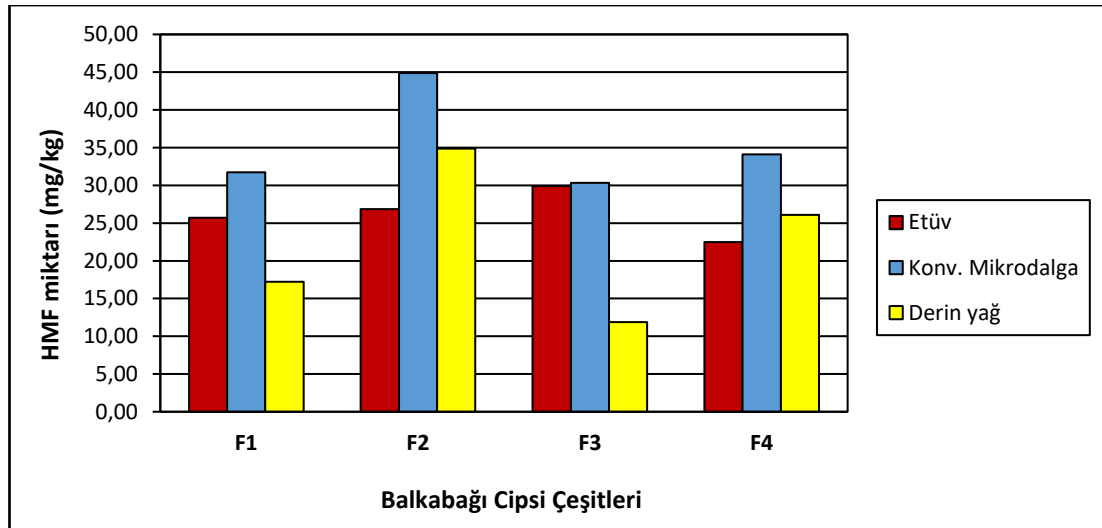
HMF miktarı üzerine ait varyasyon kaynakları (F, KY, Tekerrür ve FxKY) ve önem seviyeleri Varyans Analiz Tablosunda (Çizelge 4.1), HMF miktarı değişiminin önemli olduğu FxKY interaksyonu ortalamalarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.6’da ve değişimi yansıtan grafik ise Şekil 4.5’de verilmiştir. Ana değişkenlerinin ve FxKY interaksyonunun Varyans Analizi sonucunda F, KY ve FxKY’nin, HMF miktarı üzerine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.6 HMF’nin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	HMF Miktarı* (mg/kg)
F1	Etüv	25.69 ^{B-D}
	Konv. Mikrodalga	31.73 ^{BC}
	Derin yağ	17.24 ^{DE}
F2	Etüv	26.87 ^{B-D}
	Konv. Mikrodalga	44.89 ^A
	Derin yağ	34.86 ^{AB}
F3	Etüv	29.90 ^{BC}
	Konv. Mikrodalga	30.32 ^{BC}
	Derin yağ	11.88 ^E
F4	Etüv	22.50 ^{CD}
	Konv. Mikrodalga	34.11 ^B
	Derin yağ	26.10 ^{B-D}

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

FxKY interaksiyonuna ait tablo verileri incelendiğinde, ortalama HMF miktarı F2'nin konv. mikrodalga kızartmasında 44.89 mg/kg ile en yüksek değeri, F3 formülasyonunun derin yağda kızartılmış cipslerinde ise 11.88 mg/kg ile en düşük değeri aldığı gözlemlenmiştir. Cips formülasyonları kendi aralarında incelendiğinde F2 formülasyonunun ortalama 35.54 mg/kg ile diğer formülasyonlardan daha fazla HMF miktarına sahipken, F1, F3 ve F4 formülasyonlarının HMF ortalamaları benzer sınırlar içerisinde bulunmuştur. Kızartma tekniklerinin HMF miktarı değişimine etkileri karşılaştırıldığında en yüksek HMF miktarı değerini ortalama 35.26 mg/kg ile konv. mikrodalga tekniği alırken, bunu sırasıyla 26.24 mg/kg HMF miktarıyla etüv, 22.52 mg/kg ile derin yağda kızartma yöntemi takip etmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.5).



Şekil 4.5 HMF Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Michalak ve ark., (2019) patates parmak cipslerinde ortalama HMF miktarını, 17.1 ± 4.0 mg/kg, patates cipsinde 46.3 ± 6.0 mg/kg, tam buğday ekmeğinde 82.2 ± 19.0 mg/kg, kızarmış ekmekte 130 ± 10.0 mg/kg, kahvaltılık tahıllarda 69.0 ± 15.0 mg/kg ve büsküvilerde 92.1 ± 25.0 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Fırında kızartılmış mercimek katkılı cipslerde en düşük HMF içeriği %25 mercimek unu ilave edilen 170°C 'de 6 dk fırınlanmış cipte (0.69 mg/kg) bulunurken, en yüksek HMF içeriği ise %25 mercimek unu ilave edilen 190°C 'de 9 dk süreyle fırınlanmış (80.92 mg/kg) cipte tespit edilmiştir. Yağda kızartılmış mercimek katkılı cipslerde ise en düşük HMF içeriği 175°C 'de 40 s kızartılmış %50 mercimek unu ihtiva eden cipslerde (3.41 mg/kg) belirlenirken, en yüksek HMF içeriği ise 180°C 'de

60 s kızartılmış %25 mercimek unu ihtiva eden cipslerde (30.60 mg/kg) tespit edilmiştir (Babacan, 2017).

Çalışmaya ait ortalama HMF verilerinin Michalak ve ark., (2019) farklı ısı işlem görmüş hazır gıdalarda bulunduğu HMF salınım değeriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Diğer taraftan araştırmaya ait etüv ve derin yağ kızartma tekniklerinde elde edilen HMF ortalamaları, Babacan (2017) ile uyumlu fakat formülasyonun da HMF oluşumunda önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Miao ve ark., (2014) patates cipsinde akrilamid ve HMF oluşumunun su aktivitesi ile yüksek oranda ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmada ayrıca patates cipslerinde farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısı işlemleri sırasında ısıtma süresi arttıkça Maillard reaksiyonu hızlanmış, Maillard reaksiyonunda bir ara madde olarak akrilamid ve HMF oluşumu artmıştır. Yapılan regresyon analizinde HMF oluşumu ile akrilamid oluşumu arasında önemli bir korelasyon bulunduğunu ve bu ilişkiyi üssel matematiksel eşitlikle açıklamışlardır.

Benzer ilişki piyasadan satın alınan patates ürünlerinde akrilamid oluşumu ile renk parametrelerinin yanı sıra HMF oluşumu arasında Michalak ve ark., (2019) tarafından ortaya konulmuş ve HMF düzeyi, renk parametreleri ve akrilamid miktarı arasındaki ilişkinin önemini, gıdanın türüne bağlılık gösterdiği vurgulanmıştır. Diğer taraftan piyasadan satın alınan tahıl bazlı ürünlerde akrilamid içeriği ile HMF arasında veya akrilamid seviyesi ile renk parametreleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Sonuçta literatür bulguları çalışma bulgularını destekler niteliktedir. Çünkü benzer ilişki çalışma kapsamında yapılan korelasyon analizi (EK 2), HMF ile rutubet ($r= 0.393$), protein ($r= 0.429$) ve akrilamid ($r= 0.474$) arasında pozitif yönde, Hunter b* renk değeri ($r= -0.354$) ile negatif ilişki ile doğrulanırken, Hunter a* renk değeri arasındaki negatif ilişki ($r= -0.440$) farklılık göstermektedir ki belirtildiği üzere gıda bileşenlerinin (karotenoidler, fenolik bileşikler) bu farklılığı göstermede etkili olduğu düşünülmektedir ($p<0.05$).

4.7 Toplam Fenolik Madde (TFM) Değişimi

Farklı formülasyon, kızartma tekniklerinin kızartılmış balkabağı hamur cipslerinin toplam fenolik madde (TFM) miktarında meydana getirdiği değişimleri yansıtan Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.1’de, TFM miktarına ait ortalamaların FxKY interaksyonuna göre değişimi ile önemli çıkan ortalamalara ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Yapılan Varyans Analizi sonucunda F, KY ve FxKY’nin TFM miktarı üzerine etkisi $p < 0.01$ seviyesinde istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur.

FxKY interaksyonuna ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını gösteren Çizelge 4.7 incelendiğinde, ortalama TFM miktarı, F1 formülasyonunun derin yağda kızartılmış cipslerinde 625.67 mg GAE/100g ile en yüksek değeri, F3’ün etüvde kızartılmış cipslerinde 472 mg GAE/100g ile en düşük değeri aldığı tespit edilmiştir. Cips formülasyonları karşılaştırıldığında, ortalama TFM miktarı en yüksek F1’de (609.49 mg GAE/100g) olurken, ortalama TFM miktarına en düşük F3’de (506.46 mg GAE/100g) olmuştur.

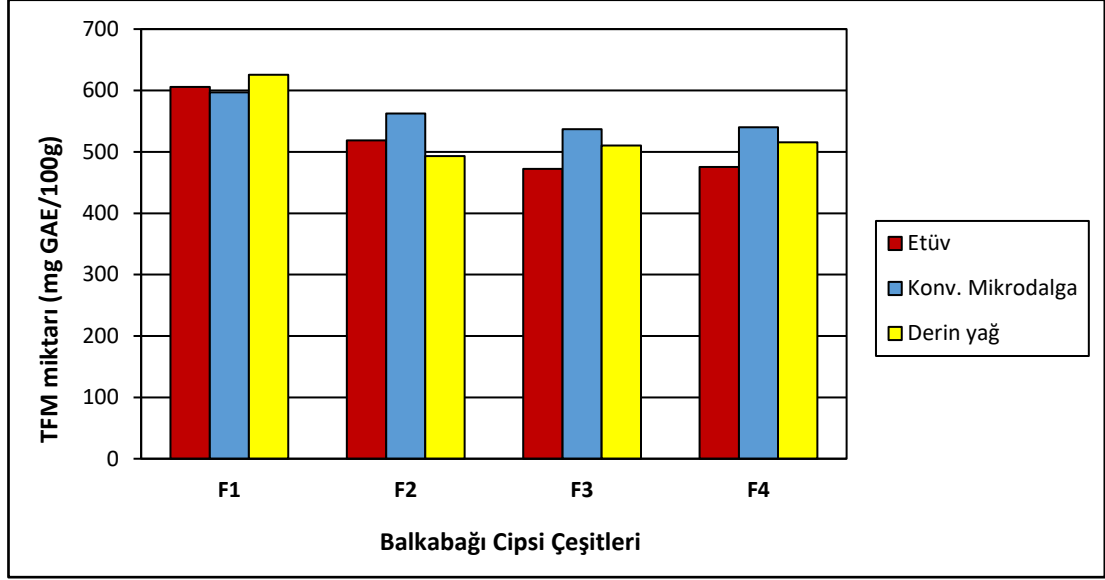
Çizelge 4.7 TFM’nin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	TFM Miktarı * (mg GAE/100g)
F1	Etüv	605.95 ^{AB}
	Konv. Mikrodalga	596.86 ^{AB}
	Derin yağ	625.67 ^A
F2	Etüv	518.53 ^{C-E}
	Konv. Mikrodalga	562.66 ^{BC}
	Derin yağ	493.34 ^{DE}
F3	Etüv	472.12 ^E
	Konv. Mikrodalga	537.08 ^{CD}
	Derin yağ	510.18 ^{DE}
F4	Etüv	475.35 ^E
	Konv. Mikrodalga	540.29 ^{CD}
	Derin yağ	515.79 ^{C-E}

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

TFM miktarı üzerine etkili FxKY interaksyonu grafiğine göre kızartma tekniklerinde ortalama TFM miktarları konv. mikrodalgada 559.22 mg GAE/100g ile en yüksek değeri alırken, derin yağda gerçekleşen kızartma işleminde 536.24 mg GAE/100g, etüvde ise 517.98 mg GAE/100g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4.6).

Farklı formülasyonla hazırlanmış balkabağı hamur cipslerinin TFM miktarı ile kül ($r= 0.430$), protein ($r=-0.422$), DPPH-RSA ($r= 0.333$), TEAC ($r= 0.373$), sertlik değeri ($r= -0.805$) ve kırılmalık değeri ($r= 0.587$) arasında $p<0.05$ istatistiki önem seviyesinde ilişki bulunmuştur (EK 2).



Şekil 4.6 TFM Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Balkabağı hamur cipsi örneklerinde TFM miktarının literatür verilerine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir ki; bu formülasyonda kullanılan katkıların (tahıl unları, fındık, balkabağı) TFM miktarının yüksekliği ile açıklanabilir. Nitekim 17 çeşit yağsız fındığın TFM miktarı ve fenolik bileşiklerin HPLC ile profilinin belirlendiği çalışmada TFM'nin 529 ± 16.19 - 1093 ± 13.40 mg/100 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Şimşek ve ark., 2017). Hussain ve ark., (2021) balkabağı tozunda TFM'i 224.61 ± 1.60 mg GAE/100g olarak bildirmişlerdir.

Babacan (2017), mercimek unu ilaveli cips örneklerinin fırınlanmaları sonucu TFM içeriklerinin 66.77 - 151.97 mg GAE/100g aralığında, derin yağda kızartılan cips örneklerinin TFM içeriklerinin ise 81.77 - 211.84 mg GAE/100g aralığında değiştiğini tespit etmiştir.

Benzer bir çalışmada, mantar unu ilaveli cipsler fırın, mikrodalgada ve derin yağda kızartma tekniği ile kızartılmış cips örneklerinin TFM miktarlarının kontrol örneğine göre artış gösterdiği tespit edilmiştir. En fazla artış mikrodalgada kızartılan örneklerde (98.02 ± 6.4 mg GAE/100g) olurken bunu fırınlanmış örnekler (85.4 ± 7.2

mg GAE/100g) ve derin yağda kızartılan örnekler (73.01 ± 2.94 mg GAE/100g) takip etmiştir (Doğan ve ark., 2020).

Kızartma tekniklerine göre balkabağı hamur cipsine ait TFM'nin değişimi bulguları, Doğan ve ark., (2020) ile uyumlu olduğu, fakat Babacan (2017) verilerine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Farklılığın, cips formülasyonuna katılan gıdaların ve unların TFM açısından zengin olması ve cips formülasyonuna etki etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan TFM miktarının kızartma tekniklerine göre değişkenlik göstermesi ve azalması ise formülasyon kompozisyonu ve fenolik bileşiklerin oksidasyonu veya proteinlerle polimerizasyonu ile açıklanabilir (Cao ve ark., 2011).

4.8 DPPH-Radikal Süpürme Aktivitesinin Değişimi (DPPH-RSA)

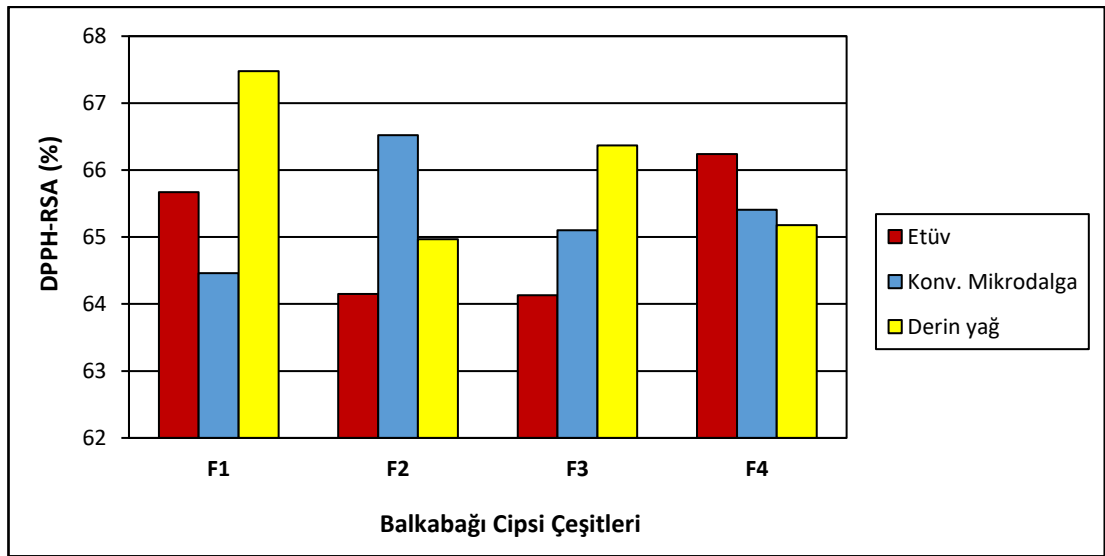
DPPH-RSA değeri üzerine F, KY ve Tekerrür ana değişkenlerinin ve FxKY interaksyonunun etkileri Varyans Analiz Tablosunda (Çizelge 4.1), DPPH-RSA değişiminin önemli olduğu FxKY interaksyonu ortalamalarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.8'de ve değişimi gösteren grafik ise Şekil 4.7'de verilmiştir. Varyans Analizi sonucunda F'nin DPPH-RSA değeri üzerine etkisi önemli ($p < 0.05$) bulunurken, KY ve FxKY'nin, DPPH-RSA değeri üzerine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.8 DPPH-Radikal Süpürme Aktivitesinin (%İnhibisyon) Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	DPPH-RSA * (%)
F1	Etüv	65.67 ^{B-D}
	Konv. Mikrodalga	64.46 ^{DE}
	Derin yağ	67.48 ^A
F2	Etüv	64.15 ^{DE}
	Konv. Mikrodalga	66.52 ^{AB}
	Derin yağ	64.97 ^{C-E}
F3	Etüv	64.13 ^E
	Konv. Mikrodalga	65.10 ^{B-E}
	Derin yağ	66.37 ^{A-C}
F4	Etüv	66.24 ^{A-C}
	Konv. Mikrodalga	65.41 ^{B-E}
	Derin yağ	65.18 ^{B-E}

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

FxKY interaksyonu çizelgesi incelendiğinde ortalama DPPH-RSA değeri F1'in derin yağ kızartmasında %67.48 ile en yüksek değeri, F3 formülasyonunun etüv uygulamasında ise %64.13 ile en düşük değeri aldığı tespit edilmiştir. Cips formülasyonları kendi aralarında incelendiğinde DPPH-RSA değerleri birbirine yakın bulunmuş, F1'in %65.87 ortalama değeri ile diğer formülasyonlardan daha fazla DPPH-RSA içerdiği gözlemlenmiştir. Kızartma tekniklerinin DPPH-RSA değişimine etkileri karşılaştırıldığında en yüksek DPPH-RSA değerini %66.00 ile derin yağda kızartma tekniği alırken, sırasıyla %65.37'lik DPPH-RSA değeriyle konv. mikrodalga ve %65.04 ile etüv uygulaması gelmektedir (Çizelge 4.8, Şekil 4.7).



Şekil 4.7 DPPH-RSA (%İnhibisyon) Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksyonu

Yapılan korelasyon analizi, DPPH-RSA ile protein ($r = -0.403$), TFM ($r = 0.333$) ve TEAC ($r = 0.662$) arasında ilişki ($p < 0.05$) olduğunu ortaya koymuştur (EK 2).

Babacan (2017), mercimek unu ile katkılanan ve fırınlanarak üretilen cips örneklerinde inhibisyon değerlerini %20.54-57.73 aralığında, kızartılarak üretilen cips örneklerinde ise %17.97-66.05 aralığında tespit etmiştir.

İstiridye mantarı unu ile takviye edilmiş hazır eriştelere beslenme ve kalite özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, 135°C'de kızartılan eriştelere DPPH inhibisyonu %37.68-51.53 aralığında kaydedilmiştir (Arora ve ark., 2017).

Başka bir çalışmada çavdar ve yulaf unu ile zenginleştirilmiş 210°C'de 4 dk fırınlanmış buğday cipslerin %50 buğday-%50 çavdar formülasyonunda inhibisyon

değeri %35.84 bulunurken, %50 buğday-%50 yulaf formülasyonunda bu değer %42.03'e çıktığı gözlemlenmiştir (Göncü ve Hayta, 2018).

Mantar unu katkılı cipslerde mantar ununun tüm örneklerdeki toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve protein değerini arttırdığı saptanmıştır (Doğan ve ark., 2020).

Benzer çalışmalar ile araştırma DPPH-RSA bulguları karşılaştırıldığında; DPPH inhibisyonu değerinin değişiminde formülasyonlardan kaynaklanan özelliklerin, kızartma tekniklerine göre daha büyük rol oynadığı düşünülmektedir. Nitekim çalışma bulgularımızdaki inhibisyon değerlerimizin, benzer çalışmalarda bulunan inhibisyon değerlerinden yüksek çıkması, formülasyonumuzda bulunan tahıl unları, fındık unu ve balkabağı pulpundan kaynaklanmaktadır.

4.9 Antioksidan Aktivite Değişimi (TEAC)

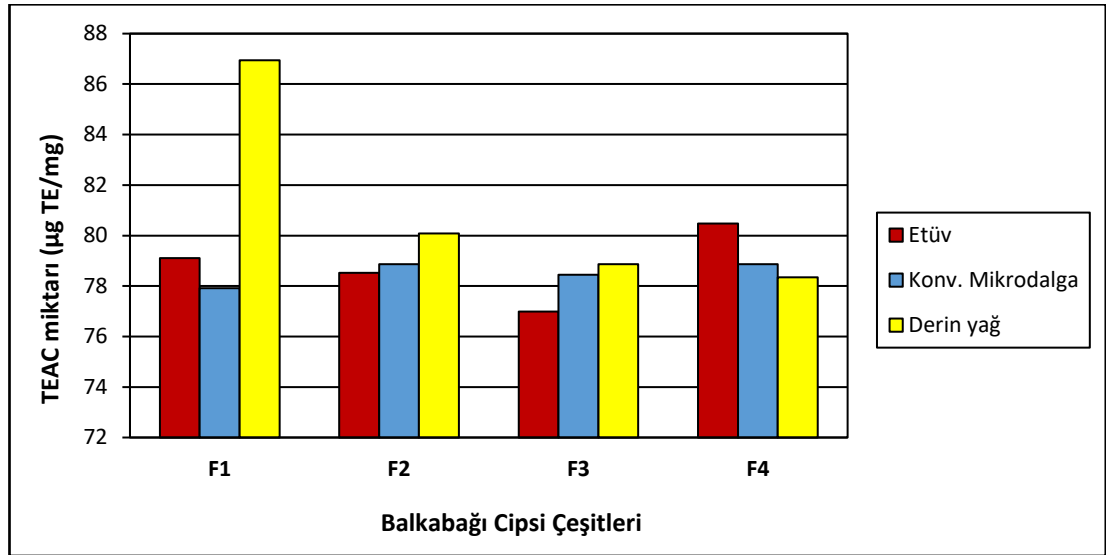
F, KY ve Tekerrür ana değişkenlerinin ve FxKY interaksiyonunun antioksidan aktivitesi ($\mu\text{g TE/mg}$) değerlerine ait varyasyon kaynakları ve önem seviyeleri Varyans Analiz Tablosunda (Çizelge 4.1), antioksidan aktivitesi miktarı değişiminin önemli olduğu FxKY interaksiyonu ortalamalarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.9'da ve değişimi gösteren grafik ise Şekil 4.8'de verilmiştir. Varyans Analizi sonucunda F, KY ve FxKY'nin, antioksidan aktivitesi miktarı üzerine etkisi $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.9 Antioksidan Aktivitenin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	TEAC Miktarı * ($\mu\text{g TE/mg}$)
F1	Etüv	79.11 ^B
	Konv. Mikroalga	77.91 ^B
	Derin yağ	86.94 ^A
F2	Etüv	78.52 ^B
	Konv. Mikroalga	78.86 ^B
	Derin yağ	80.08 ^{AB}
F3	Etüv	76.99 ^B
	Konv. Mikroalga	78.45 ^B
	Derin yağ	78.86 ^B
F4	Etüv	80.48 ^{AB}
	Konv. Mikroalga	78.86 ^B
	Derin yağ	78.34 ^B

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

FxKY interaksiyonu çizelgesi incelendiğinde TEAC miktarı F1'in derin yağda kızartılmış cipslerinde 86.94 $\mu\text{g TE/mg}$ ile en yüksek değeri, F3 formülasyonunun etüvde kızartılmış cipslerinde ise 76.99 $\mu\text{g TE/mg}$ ile en düşük değeri aldığı gözlemlenmiştir. Cips formülasyonları kendi aralarında incelendiğinde F1, F2, F3 ve F4 birbirlerine benzer ortalama TEAC miktarına sahip olmalarına karşın F1 formülasyonunun ortalama 81.32 $\mu\text{g TE/mg}$ 'lık değer ile diğer formülasyonlardan daha fazla TEAC miktarı içerdiği gözlemlenmiştir. Kızartma tekniklerinin TEAC miktarı değişimine etkileri karşılaştırıldığında en yüksek TEAC miktarı değerini ortalama 81.05 $\mu\text{g TE/mg}$ ile derin yağda kızartma alırken, sırasıyla 78.77 $\mu\text{g TE/mg}$ ile etüv, 78.52 $\mu\text{g TE/mg}$ ile konv. mikrodalga tekniği gelmektedir (Çizelge 4.9, Şekil 4.8).



Şekil 4.8 TEAC Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

EK 2'de verilen korelasyon tablosu incelendiğinde TEAC ile yağ ($r= 0.389$), protein ($r= -0.488$) ve TFM ($r= 0.373$) ve DPPH-RSA ($r= 0.662$) arasında ilişki olduğu görülmektedir ($p<0.05$).

Kurutulmuş elma cipslerinde TEAC değerleri 12.27-17.97 $\mu\text{mol TE/g}$ aralığında değiştiği rapor edilmiştir (Filiz, 2015).

Tortilla cipslerinde yapılan bir diğer çalışmada tortilla cipslerinde antioksidan aktivite 7.98 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak bulunmuştur (Amador-Rodríguez ve ark., 2015).

Bulgular benzer çalışmalara ait TEAC verileri ile karşılaştırıldığında, TEAC değerlerinin, Filiz (2015) ve Amador-Rodríguez ve ark., (2015)'in TEAC

değerlerinden yüksek olduğu, bu sonucun formülasyonda bulunan fındık, mısır, buğday ve pirinç unu ile balkabağı içerisinde yer alan tokoferol, fenolik maddeler ve karotenoidler gibi antioksidan bileşiklerde kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.10 Toplam Karotenoid Miktarı Değişimi

Balkabağı hamur cipslerinin toplam karotenoid miktarı üzerine F, KY ve Tekerrür ana faktörleri ile FxKY ortak interaksyonun etkisini özetleyen Varyans Analizi (ANOVA) tablosu sonuçları Çizelge 4.1’de, toplam karotenoid miktarına ait ortalamaların FxKY interaksyonuna göre değişimi ile önemli çıkan ortalamalara ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.10’da, interaksyona ait grafik ise Şekil 4.9’da verilmiştir. Yapılan Varyans Analizi sonucunda F, KY ve FxKY’nin karoten miktarı üzerine etkisi $p < 0.01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.10 Toplam Karotenoidin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

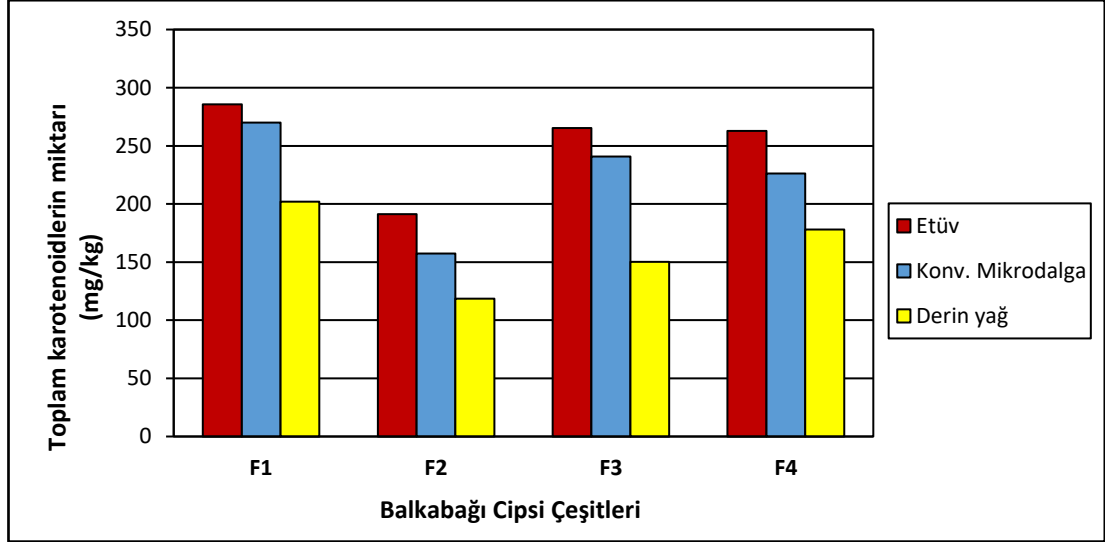
Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Karoten Miktarı * (mg/kg)
F1	Etüv	285.79 ^A
	Konv. Mikrodalga	269.94 ^A
	Derin yağ	201.99 ^{DE}
F2	Etüv	191.24 ^E
	Konv. Mikrodalga	157.44 ^{FG}
	Derin yağ	118.62 ^H
F3	Etüv	265.21 ^{AB}
	Konv. Mikrodalga	240.86 ^{BC}
	Derin yağ	150.16 ^G
F4	Etüv	262.83 ^{AB}
	Konv. Mikrodalga	226.28 ^{CD}
	Derin yağ	178.07 ^{EF}

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9 incelendiğinde ortalama toplam karotenoid miktarı, F1 formülasyonunun etüvde kızartılmış cipslerinde 285.79 mg/kg ile en yüksek değeri, F2’nin derin yağda kızartılmış cipslerinde 118.62 mg/kg ile en düşük değeri aldığı görülmektedir. Cips formülasyonları karşılaştırıldığında ortalama toplam karotenoid miktarı en yüksek F1 (252.57 mg/kg) olurken, en düşük ortalama toplam karotenoid miktarına sahip formülasyon F2 (155.76 mg/kg) olmuştur. Karotenoidlerin miktarı üzerine etkili FxKY interaksyonu grafiğine göre kızartma tekniklerinde ortalama karotenoidlerin miktarları etüvde 251.26 mg/kg ile en yüksek değeri alırken, konv.

mikrodalgada 223.63 mg/kg, derin yağda gerçekleşen kızartma işleminde ise 162.21 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Balkabağı hamur cipslerine ait toplam karotenoidler ile rutubet ($r= 0.456$), kül ($r= 0.622$), yağ ($r= -0.611$), protein ($r= 0.349$), sertlik değeri ($r= -0.354$), kırılgenlik değeri ($r= 0.573$), Hunter L* renk değeri ($r= 0.364$) ve Hunter a* renk değeri ($r= -0.623$) arasında $p<0.05$ önem seviyesinde ilişki olduğu saptanmıştır (EK 2).



Şekil 4.9 Toplam Karotenoidlerin Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Soto ve ark., (2020) taze ve vakumda kızartılmış (soya ve palm yağı) papaya (*Carica papaya* L.) cipslerinde toplam karotenoidleri sırasıyla ortalama 166.25 ± 14.24 mg/kg ve 217.14 ± 35.0 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Çalışmanın ikinci kısmında hava veya nitrojen koşulları altında paketlenen cipsler dört sıcaklıkta (15, 25, 35 ve 45°C) 52-94 gün arasında depolanmış, depolama sırasında nitrojen koşulları altında paketlenen cipslerde önemli bir karotenoid bozulması gözlemlenmemiştir. Palm yağı yerine soya yağının kullanılmasının teorik yarı ömrü (25°C'de) tüm β -kriptoksantin, tüm β -karoten ve likopen için sırasıyla 2.2, 1.3 ve 5.9 kat arttırdığı gözlenmiştir.

Souci ve ark., (2000) *Cucurbita pepo* L. kabak çeşidinde toplam karotenoidleri 6.42-23.90 mg/kg, α -karoten 0.12-11.00 mg/kg, β -karoten 5.10-11.70 mg/kg arasında ve kriptoksantini 1.2 mg/kg olarak bildirmiştir.

Cucurbita pepo, *C. maxima* ve *C. Moschata* balkabağı yanı sıra bir *C. maxima* ve *C. moschata* melezine ait karotenoid içeriklerinin belirlendiği bir çalışmada, β -

karoten 0.06-7.4 mg/100g, α -karoten 0-7.5 mg/100g ve lutein 0-17 mg/100g aralığında belirlenmiştir (Murkovic ve ark., 2002).

Pongjanta ve ark., (2006) taze balkabağının 100 g'da ortalama olarak β -karoten miktarını 2.43 mg, 100 g balkabağı tozunda ise β -karoten miktarını 7.29 mg olarak rapor etmişlerdir.

Balkabağında β -karotenin yanısıra α -karoten, ζ -karoten (zeta), β -karoten 5,6-epoksit, β -kriptoksantin, lutein, taraksantin, zeaksantin, luteoksantin ve auroksantin gibi karotenoidler de tespit edilmiştir (Hidaka ve ark., 1987).

Bu çalışmada balkabağı hamur cipsi üretiminde kullanılan balkabağı, mısır, buğday, pirinç ve fındık ununun karotenoid bileşimleri karşılaştırıldığında balkabağının karotenlerce zengin olduğu görülmektedir. Taze balkabağı 100 g'da olmak üzere β -karoteni 3100 μ g, α -karoteni 4020 μ g, lutein+zeaksantini 1500 μ g, taze mısır β -karoteni 47 μ g, α -karoteni 16 μ g, β -kriptoksantin 115 μ g, lutein+zeaksantini 644 μ g, buğday unu β -karoteni 5 μ g, lutein+zeaksantini 220 μ g, kavrulmuş fındık unu ise β -karoteni 36 μ g, α -karoteni 1 μ g olarak içermektedir. Fındık ununun β -kriptoksantin ile lutein+zeaksantini, buğday ununun ise α -karoteni ile β -kriptoksantini içermediği belirlenmiştir. Aynı kaynakta pirinç ununun ise söz konusu karotenoidleri tespit edilebilir seviyede içermediği bildirilmiştir (USDA, 2019).

Kepek ve balkabağından elde edilen simüle cipslerinin β -karoten içeriği; fırında kurutulup, derin yağda kızartılan cipslerde 2.63 ± 26.68 μ g/g, mikrodalgada kurutulup, derin yağda kızartılan cipslerde 2.81 ± 9.24 μ g/g, fırında kurutulup, vakum kızartma uygulanan cipslerde 2.70 ± 12.95 μ g/g, mikrodalgada kurutulup, vakum kızartma uygulanan cipslerde ise 3.29 ± 12.03 μ g/g olarak kaydedilmiştir (Trisnawati, 2017).

Havuç cipsleri üzerine yapılan bir çalışmada, derin yağda kızartılmış cipslerde karoten miktarı 304.24 mg/kg olarak bulunmuştur (Sulaeman ve ark., 2003).

Trono (2019), toplam karotenoid miktarını sert buğdayda, 0.603-7.70 μ g/g, ekmeçlik buğdayda 2.31-62.96 μ g/g, mısırdaki 1.56-156.14 μ g/g, pirinçte 1.43-35.78 μ g/g arasında bildirmiştir.

Araştırma bulgularının, Souci ve ark., (2000), Pongjanta ve ark., (2006), Murkovic ve ark., (2002) ve Trisnawati (2017)'ye göre yüksek olması; balkabağı pulpunun içerdiği karoten miktarına ek olarak mısır, buğday ve pirinç unundan gelen karoten miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim tüm formülasyona ait cips formülasyonlarının karoten açısından zengin olmasının yanı sıra özellikle bulgular arasında F1 formülasyonunun (mısır unu katkılı), diğer formülasyonlara göre daha yüksek karoten içeriğine sahip olması bu kanıyı güçlendirmektedir. Diğer taraftan cipslerin rutubet miktarının %1.58-2.33 arasında değiştiği düşünülürse kurumaddede karotenin konsantrasyon artışı da bu farkı arttırmış olabilir.

4.11 Akrilamid Miktarı Değişimi

Balkabağının farklı oranlarda katkı maddeleri ile katkılanmış karışımlarına ait akrilamid miktarı üzerine farklı F, KY bunların ortak etkilerini (FxKY) gösteren Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.1'de, FxKY interaksiyonuna göre Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.11'de, grafiği ise Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Varyans Analizi Tablosu incelendiğinde, F, KY ve FxKY interaksiyonlarının akrilamid miktarı üzerine etkisinin çok önemli ($p < 0.01$) olduğu, tekerrürler arasında farkın ise önemsiz bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

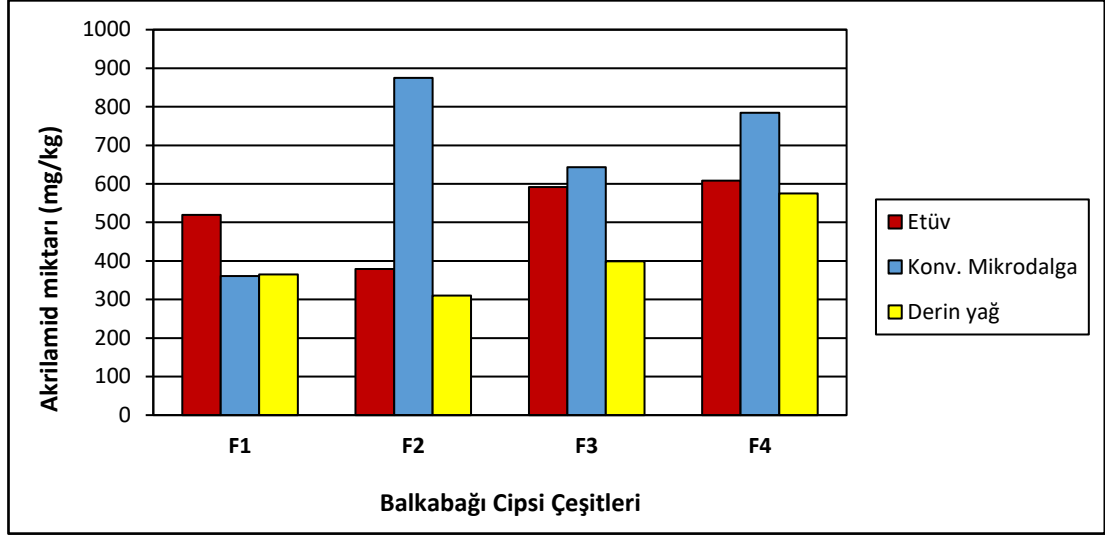
Çizelge 4.11 Akrilamidin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Akrilamid Miktarı * (mg/kg)
F1	Etüv	519.81 ^{CD}
	Konv. Mikrodalga	361.03 ^E
	Derin yağ	365.24 ^E
F2	Etüv	379.23 ^{DE}
	Konv. Mikrodalga	875.24 ^A
	Derin yağ	310.11 ^E
F3	Etüv	591.74 ^C
	Konv. Mikrodalga	643.19 ^{BC}
	Derin yağ	399.31 ^{DE}
F4	Etüv	608.47 ^C
	Konv. Mikrodalga	784.65 ^{AB}
	Derin yağ	574.84 ^C

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.10 incelendiğinde, akrilamid konsantrasyonunun sırasıyla F2, F4 ve F3'de ve konv. mikrodalga ile kızartma tekniğinde en yüksek ortalama değeri aldığı, F1'de ise derin yağda kızartma ile benzer ve etüvde kızartmadan düşük

değer vermiştir. Kızartma yöntemleri içerisinde en düşük akrilamid miktarı, derin yağda kızartma yönteminde bulunmuştur.



Şekil 4.10 Akrilamid Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Çalışma kapsamında yapılan korelasyon analizinde balkabağı cipslerinin akrilamid miktarı ile Hunter a* ve b* renk değerleri ($r = -0.609$ ve -0.601) ile yağ miktarı (-0.522) arasında negatif, rutubet ($r = 0.556$), HMF ($r = 0.474$) ve protein ($r = 0.536$) miktarları arasında ise pozitif ve istatistiki olarak önemli ($p = 0.001$) ilişki bulunmuştur (EK 2).

Akrilamid açıkça genotoksik ve kanserojendir. Hayvanlarda yapılan çalışmalarda tümör artışına neden olduğu belirtilmiştir ve bu nedenle akrilamid, Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) tarafından Grup 2A kanserojen olarak sınıflandırılmıştır (Wenzl ve ark., 2003; Arribas-Lorenzo ve Morales, 2009). Akrilamid oluşumu esas olarak nişasta bazlı gıda maddelerinde, indirgen şekerler ve esas olarak maillard reaksiyonunda önemi olan asparagin amino asidin geri dönüşümsüz bir kombinasyonu yoluyla meydana gelir. Akrilamid oluşumu 120°C 'de başlar ve optimal gelişme 160°C ile 180°C arasında gerçekleşir. Dolayısıyla akrilamid oluşumuna genelde cips türü gıdalarda daha çok rastlanılır (Mottram ve ark., 2002).

Kenya'da ticari ürün olarak satılan patates cips markaları arasında markalı ürünlerde akrilamid miktarı $0-8666 \mu\text{g}/\text{kg}$, markasız örneklerde ise $5666-9499 \mu\text{g}/\text{kg}$ arasında değiştiği belirlenirken, söz konusu çalışmada CIE Lab sisteminde akrilamid

ile b* değeri (r= 0.334) ve rutubet miktarı (r=0.369) arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Ogolla ve ark., 2015).

Arribas-Lorenzo ve Morales (2009), İspanya’da insanların patates cipsi tüketimine bağlı olarak vücutlarına aldıkları akrilamid miktarının belirlendiği bir çalışmada 16 farklı markanın 36 patates cipsi örneğinde akrilamid konsantrasyonunun 0-2622 µg/kg arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Arisseto ve ark., (2007) LC–MS/MS kullanarak akrilamidi patates cipsinde 264-649 µg/kg, manyok ürünlerinde <20-30 µg/kg, mısır kahvaltılık ürünlerinde <20-30 µg/kg, buğday ürünleri ve kahvaltılık ürünlerinde <20-187 µg/kg, kahve çeşitlerinde 174-582 µg/kg aralığında tespit etmişlerdir.

Michalak ve ark., (2019) markette satışa sunulan gıdalarda ortalama akrilamid miktarını, patates parmak cipslerinde 377±86 µg/kg, patates cipsinde 546±68 µg/kg, tam buğday ekmeğinde 55.0±24 µg/kg, kızarmış ekmekte 312±56 µg/kg, kahvaltılık tahıllarda 403±110 µg/kg ve bisküvilerde 523±95 µg/kg olarak belirlemişlerdir.

Fırın (130-180°C’de 20-40 dk) ve derin yağda (160-180°C’de 2 dk) kızartılmış farklı sebze cipslerinin akrilamid konsantrasyonu üzerine etkilerinin incelendiği bir diğer çalışmada: fırınla kızartılmış cipslerde akrilamid miktarı, kırmızı pancarda (150°C-50 dk) 3580 µg/kg, tatlı patateste (180°C-20 dk) 14200 µg/kg, havuçta (180°C-20 dk) 11100 µg/kg bulunmuştur. Derin yağda kanola yağı ile kızartılmış aynı sebze cipslerinde akrilamid miktarı ise kırmızı pancarda (160°C-6 dk) 4480 µg/kg, tatlı patateste (180°C-4 dk) 13700 µg/kg, havuçta (170°C-6 dk) 8160 µg/kg bulunmuştur (Carmen ve Svenja, 2019).

Akrilamid bulgularını Arisseto ve ark., (2007), Arribas-Lorenzo ve Morales (2009), Ogolla ve ark., (2015), Carmen ve Svenja (2019) ve Michalak ve ark., (2019)’ın bulguları ile karşılaştırdığımızda çalışma bulgularının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Farklılık tamamen kullanılan analiz yöntemi ve yöntemin hassasiyetinden kaynaklanmaktadır. Diğer yandan kullanılan kızartma tekniklerine (fırın- derin yağ) göre akrilamid konsantrasyonundaki değişimler açısından bulguların Carmen ve Swenja (2019) ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ek olarak, kızartma süresi, sıcaklık ve başlangıç ürünü içindeki indirgen şekerlerin içeriği, nihai ürünlerdeki akrilamid miktarı için çok önemli olduğu düşünülürse, balkabağı hamur cipslerinde

literatür verilerine göre oldukça yüksek çıkan akrilamaid içeriği, kullanılan katkı maddelerindeki şeker miktarı, kızartmada kullanılan sıcaklık ve sürelerden etkilemiş olabilir.

4.12 Sertlik Değeri Değişimi

Farklı kızartma teknikleri ile kızartılmış, balkabağı hamur cips formülasyonlarının sertlik değeri üzerine F, KY, FxKY ve tekerrürün etkisini gösteren Varyans Analiz sonuçları, Çizelge 4.1’de, sertlik değerinin FxKY’ne göre değişimi ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiş ve interaksiyonun seyri Şekil 4.11’de gösterilmiştir.

Cips örneklerinin sertlik değerlerinin tekstür analiz cihazı ile örneğe uygulanan maksimum kuvvet olarak belirlendiği (TA. XT-Plus, Stable Microsystem Ltd., England) ve 12 farklı cips örneğinden 8’er adet cipsin kullanıldığı çalışmaya ait VAT incelendiğinde, sertliğin F ana faktörü ile FxKY ortak etkileşiminden etkilendiği, KY ve tekerrür varyasyon kaynaklarının ise etkilemediği saptanmıştır (Çizelge 4.1).

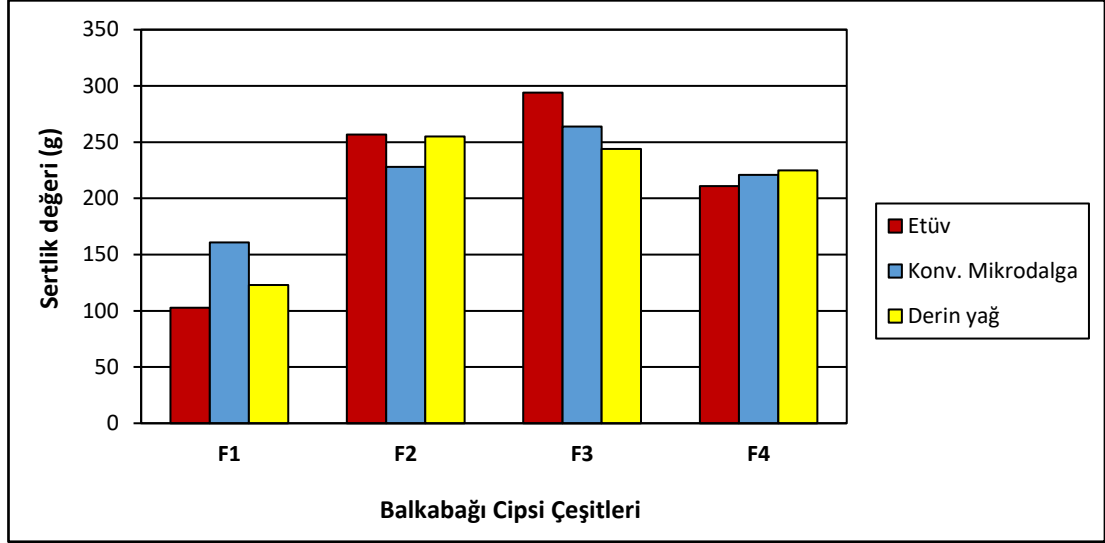
Çizelge 4.12 Sertlik Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Sertlik Değeri (g)
F1	Etüv	102.82 ^F
	Konv. Mikrodalga	160.93 ^E
	Derin yağ	123.00 ^F
F2	Etüv	256.73 ^B
	Konv. Mikrodalga	227.86 ^{CD}
	Derin yağ	255.12 ^B
F3	Etüv	293.95 ^A
	Konv. Mikrodalga	263.80 ^B
	Derin yağ	244.01 ^{BC}
F4	Etüv	210.97 ^D
	Konv. Mikrodalga	220.96 ^{CD}
	Derin yağ	224.99 ^{CD}

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Cipslerin sertlik değeri üzerine cips formülasyonunda yer alan katkıları ve FxKY ortak etkileşiminin daha etkili olduğu Çizelge 4.12 ve Şekil 4.11’den anlaşılmaktadır. En sert cipsleri F3’ün etüvle kızartılmış olanları verirken, sertliği en düşük cipsleri, F1’in etüvde kızartılmış cipsleri vermiştir. Genel olarak bakıldığında

tüm kızartma teknikleri içerisinde cipslerin sertlik değeri sıralaması F3>F2>F4>F1 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.12, Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Sertlik Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Ayrıca yapılan korelasyon analizi sertlik değeri ile kül ($r = -0.443$), protein ($r = 0.384$), TFM ($r = -0.805$), karoten ($r = -0.354$) ve kırılgenlik ($r = -0.802$) arasında istatiki olarak önemli ($p < 0.05$) bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur (EK 2).

Kita ve ark., (2007) patates cipslerinin tekstürü üzerine kızartmada kullanılan yağ ve kızartma sıcaklığı yanında patatesin bileşiminin önemli olduğunu bildirmiştir.

Pedreschi ve Moyano (2005) 120°C'de kızartılan patates cipslerinin, 180°C'de kızartılan patates cipslerine göre daha gevrek ve daha fazla yağ içerdiğini, ön kurutma işleminin (60±1°C de 1±0.1 m/s hava hızında) cipslerde yağ emilimini önemli ölçüde azalttığını ve kızartmadan sonra beyazlatılmış patates (85°C'de 3.5 dk) dilimlerinin gevrekliğini önemli ölçüde artırdığını rapor etmiştir.

Farklı oranda mercimek unu ilave edilmiş ve fırınlanmış cipslerin sertlik değerlerinin 5.99-31.87 kg aralığında, yağda kızartılmış cipslerin sertlik değerinin ise 10.26-14.83 kg aralığında değiştiği saptanmıştır. Fırınlama ve kızartma süresindeki artışın sertlik değerini azalttığı saptanırken, kullanılan mercimek unu oranı ve fırınlama ile kızartma sıcaklığının sertlik değerini fazla etkilememiştir (Babacan, 2017).

Balkabağı cipsi sertlik bulguları değer olarak Babacan (2017)'den oldukça düşüktür, farklılık tamamen tekstür analizinde kullanılan metot ve cihaz farklılığından kaynaklanmaktadır. Söz konusu çalışmada mercimek katkı oranının sertlik üzerine etkisi önemsiz bulunurken, farklı olarak mevcut balkabağı hamur cipsi üzerine çalışmada sertlik üzerine formülasyonun etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

4.13 Kırılgenlik Değeri Değişimi

Farklı kızartma teknikleri ile üretilen balkabağı hamur cipsi çeşitlerinin kırılgenlik değerlerine ait Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.1'de, FxKY'e göre tekstür analiz cihazında mm olarak ölçülmüş kırılgenlik ortalamaları, ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.13'de ve değişimi yansıtan grafik ise Şekil 4.12'de verilmiştir.

Varyans Analizi sonucunda balkabağı hamur cipslerinin kırılgenlik değeri üzerine varyasyon kaynaklarından F ve KY ile FxKY interaksiyonun etkisi $p < 0.01$ seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre Kırılgenlik değerinin en yüksek ortalama değeri F1 formülasyonunda (1.29 mm) verdiği bunu sırasıyla F4, F3 ve F2 formülasyonun takip ettiği ve bu formülasyonların arasında istatistiki olarak fark bulunmadığı belirlenmiştir. Kızartma yöntemi de kırılgenlik değeri üzerinde etkili olmuş ve kırılgenlik değeri en yüksek etüvde kızartılmış balkabağı hamur cipslerinde bulunurken, bunu derin yağ yöntemi izlemiş, en düşük kırılgenlik değeri ise konv. mikrodalga ile kızartılmış cipslerde saptanmıştır (Çizelge 4.13, Şekil 4.12).

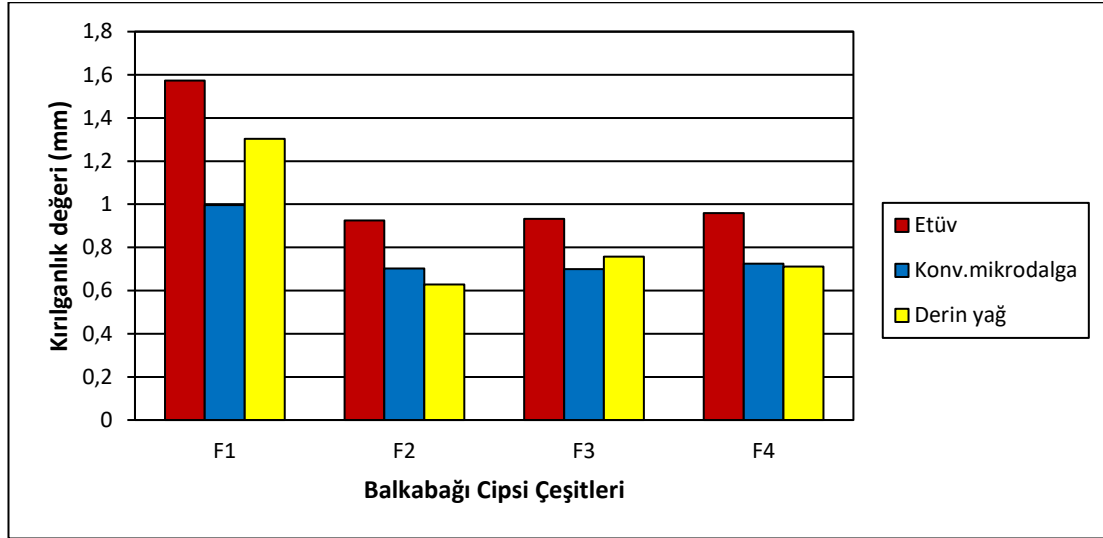
Ayrıca Çizelge 4.12, Çizelge 4.13 ve Şekil 4.11, Şekil 4.12 incelendiğinde sertlik değerinin kırılgenlik değeri ile ilişkili ve her ikisinde de FxKY interaksiyonun sertlik ve kırılgenlik değeri üzerine etkisi birbirinin tersi yönde olduğu görülmektedir. F1 ve F4 formülasyonunda kırılgenlik ortalama değerinin en yüksek (1.29- 0.799 mm) olduğu değerin ortalama sertlik değeri olarak en düşük değeri alması (129-219 g) ve yapılan korelasyonla da sertlik ve kırılgenlik değeri arasında negatif ilişkinin ($p = 0.001$, $r = -0.802$) istatistiki olarak önemli bulunması sonuçlarımızı doğrulamaktadır (EK 2).

Çizelge 4.13 Kırılgenlık Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Kırılgenlık Değeri (mm)
F1	Etüv	1.57 ^A
	Konv. Mikrodalga	0.99 ^C
	Derin yağ	1.30 ^B
F2	Etüv	0.92 ^{CD}
	Konv. Mikrodalga	0.70 ^E
	Derin yağ	0.63 ^E
F3	Etüv	0.93 ^C
	Konv. Mikrodalga	0.70 ^E
	Derin yağ	0.76 ^{DE}
F4	Etüv	0.96 ^C
	Konv. Mikrodalga	0.72 ^E
	Derin yağ	0.71 ^E

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Yapılan korelasyon analizinde kırılgenlık değeri ile kül (r= 0.556), HMF (r= -0.335), TFM (r= 0.587), top. karotenoid (r= 0.573) ve sertlik değeri (r= -802) arasında istatiki olarak önemli (p< 0.05) bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur (EK 2).



Şekil 4.12 Kırılgenlık Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Gevreklik iki ana grupta incelenir; birincisi çiğnenirken ağızda çıkardığı gürültü veya ses (akustiği) ön planda tutulurken (Chen ve ark., 2005), ikincisinde gıdaya uygulana güç ve onun mekanik özellikleri dikkate alınmaktadır (Pedreschi ve Moyano, 2005). Gevreklik hangi yöntemle ölçülürse ölçülsün duyuşal değerlendirmelerle uyum içerisinde olması beklenir (Rojo ve Vincent, 2008).

Çalışmada tüm formülasyonların etüvde kızartılmış cipsleri kırılmalık değeri açısından belirgin şekilde yüksek değeri gösterirken, diğer taraftan yapılan duyu analizi sonuçlarında, tüm formülasyonlarda en yüksek kırılmalık ve gevreklik puanını etüvde kızartılmış cipslerin aldığını, sonuçta kırılmalık değerine ait enstrümental sonuçların duyu değerlendirmelerle örtüştüğünü göstermiştir.

Salvador ve ark., (2009) duyu açıdan sertlik ve gevreklik bakımından farklılık gösteren altı ticari patates cipsinin kırılma ve akustik özelliklerini temel bileşen analizi (PCA) ile değerlendikleri çalışmalarında, duyu özellikleri ile enstrümental parametreler (hem mekanik hem de akustik) arasında bir korelasyon saptamışlardır. Temel bileşen analizinde ilk bileşenin, kuvvet ve ses olaylarının sayısı, maksimum ses basıncı seviyesi, kuvvet eğrisi altındaki alan ve duyu olarak ölçülen gevreklik ile pozitif ilişki verirken, yağ içeriği ile negatif ilişkili olduğu, ikinci bileşenin ise gradyan (eğrinin ilk bölümünün eğimi), patates cipsi kalınlığı ve duyu olarak ölçülen sertlik ve gevreklik ile pozitif ilişkili olduğu bulunmuştur.

4.14 Hunter L* Değeri Değişimi

Etüv, konv. mikrodalga ve derin yağda kızartma tekniği ile kızartılmış balkabağı hamur cipsi örneklerinin Hunter L* değerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.1’de, önemli bulunan FxKY interaksiyonunun Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.14’de interaksiyonun grafiği ise Şekil 4.13’de gösterilmiştir.

Varyans Analizi tablosu incelendiğinde Hunter L* değeri üzerine F, KY, faktörleri ile FxKY interaksiyonu etkili ($p>0.01$) bulunurken, tekrerrün etkisinin ise önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.1).

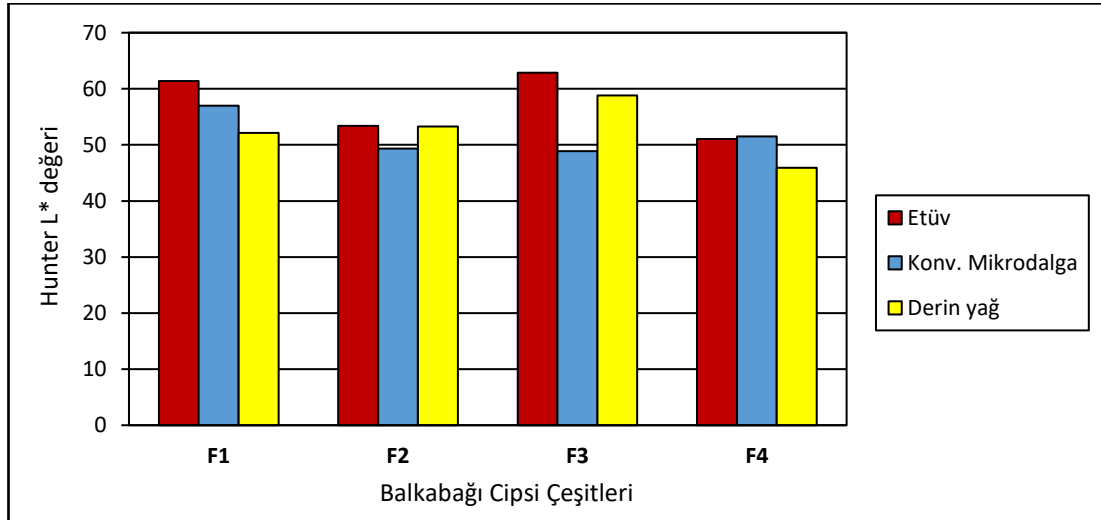
Önemli bulunan FxKY ortak etkileşimine ait ortalama sonuçları incelendiğinde, en yüksek Hunter L* değerinin yani en açık rengin etüvde kızartılmış F3 cips formülasyonunda olduğu, en koyu rengin ise derin yağda kızartılmış F4 formülasyonunda olduğu belirlenmiştir. Cips formülasyonları içerisinde etüvde kızartılmış cipslerin Hunter L* değerleri daha yüksek bulunurken, bunu derin yağda kızartılmış F3 ve F2 formülasyonları takip etmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.13).

Çizelge 4.14 Hunter L* Renk Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Hunter L* Değeri *
F1	Etüv	61.37 ^A
	Konv. Mikrodalga	57.00 ^{A-C}
	Derin yağ	52.13 ^{CD}
F2	Etüv	53.40 ^{B-D}
	Konv. Mikrodalga	49.32 ^{DE}
	Derin yağ	53.25 ^{B-D}
F3	Etüv	62.88 ^A
	Konv. Mikrodalga	48.85 ^{DE}
	Derin yağ	58.79 ^{AB}
F4	Etüv	51.02 ^{C-E}
	Konv. Mikrodalga	51.53 ^{C-E}
	Derin yağ	45.91 ^E

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Ayrıca, balkabağı hamur cipsi örneklerinin Hunter L* renk değerleri ile karoten ($r= 0.364$) ve Hunter b* ($r= 0.868$) renk değerleri arasında pozitif ilişki bulunmuştur (EK 2).



Şekil 4.13 Hunter L* Renk Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Mercimek unu ile üretilmiş ve fırınlanan cipslerin L* değerleri 52.60-75.78, kızartılan cipslerin L* değerleri ise 38.39-64.01 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Fırınlanan cipslerde sıcaklık ve sürenin artmasıyla cips örneklerinin L* (parlaklık) değerinde belirgin bir azalma olurken mercimek unu oranının ise L* değerini çok fazla etkilemediği görülmüştür. Kızartılan cipslerin L* değerleri ise mercimek unu oranı, sıcaklık ve sürenin artmasıyla azalmalar göstermiştir (Babacan, 2017).

Büyüksaraç (2018) bitkisel unları hayvansal kaynaklı protein (balık eti) ile zenginleştirerek elde ettiği cips formülasyonlarının L* değerini, buğday katkılı ve fırında kızartılmış cipslerde 46.71-64.38, buğday katkılı derin yağda kızartılmış cipslerde 38.44-55.19, mısır katkılı ve fırında kızartılmış cipslerde 47.69-65.40, mısır katkılı derin yağda kızartılmış cipslerde 47.05-60.62 arasında belirlemiştir. Yağda kızartılan cipslerin L* değeri fırında kızartılan cips örneklerinkinden daha düşük olduğunu bildirmiş ve muhtemel sebebinin Maillard reaksiyonu olduğunu rapor etmiştir.

Michalak ve ark., (2019) markette satışa sunulan gıdalarda açıklık ve koyuluğun ölçüsü ortalama CIE L* renk değerini, patates parmak cipslerinde 66.1 ± 2.4 , patates cipsinde 60.8 ± 2.1 , tam buğday ekmeğinde 52.2 ± 6.1 , kızarmış ekmekte 48.9 ± 3.8 , kahvaltılık tahıllarda 59.2 ± 3.9 ve bisküvilerde 50.7 ± 4.8 olarak belirlemişlerdir.

Kızartma sıcaklığı arttıkça cipslerin L* değeri ve yağ absorpsiyonu azalmıştır. Duyusal analiz sonucunda panelistlere göre 170°C 'de kızartılan %50 oranında karabuğday ununa sahip cipsler tüm duyusal özellikler açısından en yüksek değerleri toplamıştır (Taşkırda, 2011).

Hunter L* renk değeri bulguları Babacan (2017), Büyüksaraç (2018) ve Michalak ve ark., (2019) ile benzer sınırlar içerisinde değişmekle, cips formülasyon farklılıkları, bileşimi (nişasta, indirgen şeker, protein miktarı), Maillard reaksiyonu, HMF ve akrilamid oluşumu ile birlikte cips üretim metotlarında kullanılan sıcaklık ve süreler sonucu etkilemiş olabilir.

4.15 Hunter a* Değeri Değişimi

Balkabağının 4 farklı hamur formülasyonları ile elde edilen ve 3 farklı kızartma tekniğiyle kızartılmış cipslerin Hunter a* değerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.1'de, önemli bulunan FxKY interaksyonuna göre sonuçlar ile Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.15'da, bu interaksyona ait grafik ise Şekil 4.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15 Hunter a* Renk Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

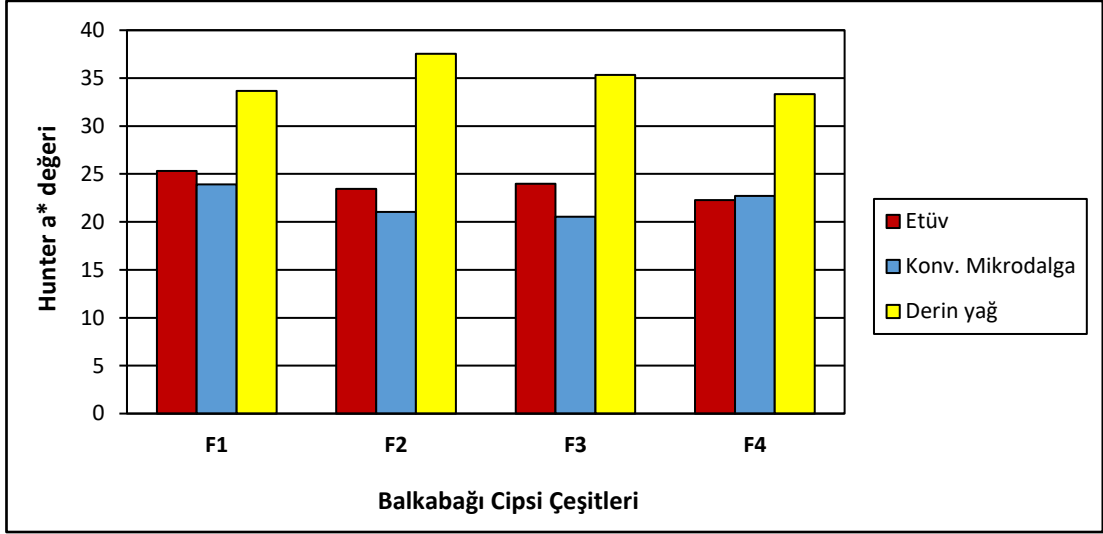
Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Hunter a* Değeri *
F1	Etüv	25.33 ^C
	Konv. Mikrodalga	23.92 ^{CD}
	Derin yağ	33.68 ^B
F2	Etüv	23.44 ^{CD}
	Konv. Mikrodalga	21.03 ^{EF}
	Derin yağ	37.53 ^A
F3	Etüv	23.98 ^{CD}
	Konv. Mikrodalga	20.55 ^F
	Derin yağ	35.34 ^B
F4	Etüv	22.28 ^{D-F}
	Konv. Mikrodalga	22.70 ^{DE}
	Derin yağ	33.34 ^B

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde F, KY, FxKY varyasyon kaynaklarının Hunter a* değeri üzerine etkisi ($p>0.01$) önemli bulunurken, örneklerin tekerrürleri arasında istatistiki olarak bir fark bulunamamıştır.

Hunter a* renk değerinin derin yağda kızartma tekniği ile kızartılmış tüm cips formülasyonlarının 33.34-37.53 ile en yüksek ortalama değeri gösterdiği, etüv ve konv. mikrodalga ile kızartma işleminin ise birbirine yakın ortalama değerler içerisinde salınım gösterdiği (20.55- 25.33) saptanmıştır. Hunter a* renk değeri, derin yağda kızartılmış F2 formülasyonunda en yüksek olurken, bunu sırasıyla F3, F1 ve F4 takip etmiştir. Diğer taraftan Konv. mikrodalga ile kızartılmış balkabağı cipsi örnekleri tüm formülasyonlarda en düşük Hunter a* renk değerini vermiştir (Çizelge 4.15, Şekil 4.14).

Yapılan korelasyon analizi (EK 2), kırmızılığın ölçüsü Hunter a*renk değeri ile karoten ($r= -0.623$), akrilamid ($r= -0.609$), protein ($r= -0.748$), rutubet ($r= -0.883$) ve kül miktarı ($r= -0.633$) arasında negatif ilişki, yağ miktarı ($r= 0.878$) ile ise pozitif ilişki bulunduğunu göstermiştir ($p<0.05$).



Şekil 4.14 Hunter a* Renk Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Babacan (2017), fırında kızartılmış mercimek katkılı cips örneklerinin a* değerlerini 3.66-14.69 aralığında, yağda kızartılmış cipslerin a* değerlerini ise 7.55-17.82 aralığında değiştiğini saptamıştır. Fırınlanmış cipslerde mercimek unu oranının a* değerini etkilemediği, sıcaklık ve sürenin artmasıyla ise a* değerinin önemli derecede arttığı görülürken, yağda kızartılan cipslerde mercimek unu oranı ve kızartma süresinin artmasıyla a* değerinin önemli derecede arttığı bildirilmiştir.

Büyüksaraç (2018), bitkisel unları hayvansal kaynaklı protein (balık eti) ile zenginleştirerek elde ettiği cips formülasyonlarının a* değerinin, buğday katkılı ve fırında kızartılmış cipslerde 5.0-13.68, buğday katkılı derin yağda kızartılmış cipslerde 9.67-17.16, mısır katkılı ve fırında kızartılmış cipslerde 6.55-13.33, mısır katkılı derin yağda kızartılmış cipslerde 10.38-15.14 arasında belirlemiştir. Yağda kızartılan cipslerin a* değeri fırında kızartılan cips örneklerinkinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Örneklerin Hunter a* renk değeri Babacan (2017) ve Büyüksaraç (2018)'in değerlerinden yüksek olmakla birlikte derin yağda kızartılan örneklerin Hunter a* renk değerinin diğer kızartma yöntemlerine göre yüksek değer vermesi benzerlik göstermektedir. Formülasyonda şeker kullanılması, kızartma sırasında gelişen Maillard reaksiyonu ve karamelizasyon, ayrıca balkabağı pulpundan gelen karotenoid pigmentleri cips formülasyonlarda Hunter a* renk değerinin daha yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir.

4.16 Hunter b* Değeri Değişimi

Hunter b* değeri üzerine etkili varyasyon kaynakları ve önem seviyeleri Varyans Analizi tablosunda (Çizelge 4.1), istatistiki olarak önemli ($p>0.001$) bulunan FxKY interaksiyonuna ait ortalamalar ile Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.16'da ve ilgili interaksiyona ait grafiğin seyri ise Şekil 4.15'de gösterilmiştir.

Varyans Analizi sonucu Hunter b* değeri üzerine F, KY ile FxKY interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Tekerrür faktörünün ise Hunter b* değeri üzerine etkisi olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.1).

İstatistiki olarak $p<0.01$ önem seviyesinde çok önemli bulunan FxKY interaksiyonuna ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre Hunter b* renk değeri değişimi ortalamalarına ait tablo incelendiğinde, hamur çeşidinin ve uygulanan kızartma tekniklerinin balkabağı cipsine ait Hunter b* değeri üzerine etkili olduğu, cipslerin sarı renk tonunun F2 hariç tüm hamur formülasyonlarında en yüksek etüvde kızartma ile sağlandığı, bunu derin yağda kızartma ve konv. mikrodalga yöntemlerinin takip ettiği saptanmıştır. Diğer taraftan F1'de derin yağda kızartma ve konv. mikrodalga yöntemlerinin Hunter b* renk değeri üzerine etkisi benzer bulunmuştur (Çizelge 4.16, Şekil 4.15).

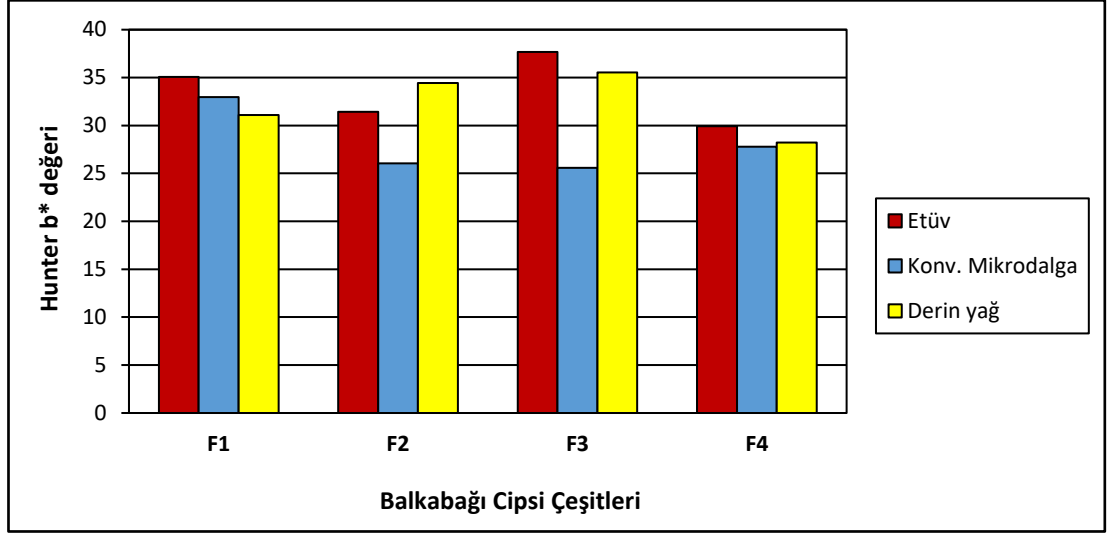
Çizelge 4.16 Hunter b* Renk Değerinin Formülasyon x Kızartma Yöntemine Göre Değişimi (n=3)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Hunter b* Değeri *
F1	Etüv	35.07 ^{A-C}
	Konv. Mikrodalga	32.95 ^{B-E}
	Derin yağ	31.08 ^{D-F}
F2	Etüv	31.43 ^{C-F}
	Konv. Mikrodalga	26.06 ^G
	Derin yağ	34.45 ^{A-D}
F3	Etüv	37.67 ^A
	Konv. Mikrodalga	25.59 ^G
	Derin yağ	35.54 ^{AB}
F4	Etüv	29.93 ^{EF}
	Konv. Mikrodalga	27.79 ^{FG}
	Derin yağ	28.22 ^{FG}

*Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Hunter b* renk değerleri incelendiğinde kızartma tekniği yanı sıra balkabağı hamur cipsi formülasyonu içerisinde yer alan mısır ununun ve balkabağı pulpu oranının sarı rengin artırılmasında etkili olduğu görülmektedir. Uygulanan kızartma

tekniklerine göre elde edilmiş cipslerden özellikle F1 formülasyonun sarı rengin korunması ve sürdürülmesi açısından daha stabil olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Hunter b* Renk Değeri Üzerine Etkili Formülasyon x Kızartma Yöntemi İnteraksiyonu

Yapılan korelasyon analizi tablosu (EK 2) incelendiğinde, Hunter b* renk değerinin, rutubet ($r = -0.504$), akrilamid ($r = -0.601$), kırılma değeri ($r = 0.361$), Hunter L* renk değeri ($r = 0.868$) ve Hunter a* renk değeri ($r = 0.394$) arasında $p < 0.05$ önem seviyesinde ilişkinin olduğu görülmektedir.

Mercimek unu ilave edilen ve fırınlanan cips örneklerinin b* değerlerinin 26.18-31.28 aralığında, yağda kızartılan cips örneklerinin b* değerlerinin ise 25.53-35.51 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Fırınlanmış cipslerde mercimek unu oranının b* değerini fazla etkilemediği, sürenin artmasıyla ise b* değerinde artış olduğu, kızartılan cipslerde ise kızartma sıcaklığı ve süresindeki artışın ise b* değerinde azalmaya yol açtığı, ilave edilen mercimek unu oranındaki artışın b* değerini etkilemediği gözlenmiştir (Babacan, 2017).

Büyüksaraç (2018) bitkisel unları hayvansal kaynaklı protein (balık eti) ile zenginleştirerek elde ettiği cips formülasyonlarının b* değerinin, buğday katkı ve fırında kızartılmış cipslerde 20.67-22.53 ve derin yağda kızartılmış cipslerde 19.47-23.73, mısır katkı ve fırında kızartılmış cipslerde 21.10-24.09, ve derin yağda kızartılmış cipslerde 22.24-29.67 arasında belirlemiştir. Yağda kızartılan cipslerin b*

değerinin fırında kızartılan cips örneklerinkinden daha yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Balkabağı hamur cipsi örneklerinin Hunter b* renk değerinin, Babacan (2017) bulguları ile benzer sınırlar içerisinde, Büyüksaraç (2018)'ın bulgularından yüksek olduğu, derin yağda kızartılmış buğday unu katkılı (F2) formülasyonuna ait Hunter b* renk değerinin en yüksek değeri göstermesi açısından her iki literatürle örtüştüğü ortaya çıkmaktadır.

4.17 Mineral Maddelerin Değişimi (Makro, mikro ve toksik elementler)

Balkabağı hamur cips çeşitlerinin farklı kızartma yöntemlerine göre bazı makro, mikro ve toksik elementlerine ait 25 elementin içeriği Çizelge 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20'de ve dağılımı yansıtan grafikler ise Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'de gösterilmiştir.

4.17.1 Makro Elementler

Farklı kızartma yöntemlerine göre kızartılmış balkabağı hamur cips çeşitlerinin bazı makro elementlerine ait değişim sınırları incelendiğinde, K'un en fazla miktarda bulunan element olduğu ve 10436-13817 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu elementi sırasıyla mg/kg olmak üzere Na (1273±87.06), Ca (1277±113.18), Mg (835±81.40) ve Si (414±50.03) takip etmektedir (Çizelge 4.17, Şekil 4.18).

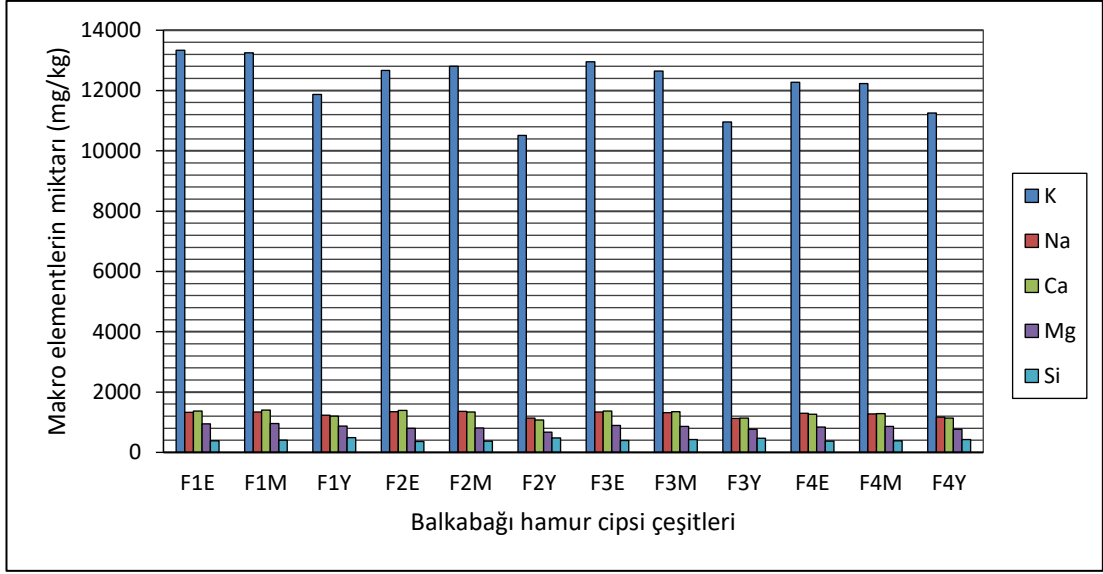
Formülasyonlar içerisinde en yüksek miktarda K, Na, Ca, Mg ve Si makro elementlerini içeren %14 mısır unu katkılı F1 formülasyonu olmuştur. Diğer taraftan yağda kızartılmış tüm cips formülasyonlarında etüv ve konv. mikrodalga yöntemine göre K, Na, Ca ve Mg minerallerinin düşüş gösterdiği, Si elementinin ise tersine artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.17, Şekil 4.16).

Çizelge 4.17 Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Kızartma Yöntemine Göre Makro Element İçerikleri (n=24)

Cips Çeşitleri	Kızartma Yöntemi	T	Makro Elementler (mg/kg)				
			K	Na	Ca	Mg	Si
F1	Etüv	1	12849.80	1307.89	1343.36	919.28	369.81
		2	13816.86	1355.58	1405.13	965.82	390.78
	Konv. Mikrodalga	1	13185.39	1336.50	1382.76	958.25	407.18
		2	13306.98	1343.55	1427.03	963.99	412.40
	Derin yağ	1	11787.08	1236.35	1189.95	860.06	494.33
		2	11955.09	1239.43	1205.46	880.13	489.45
F2	Etüv	1	12836.31	1385.27	1426.33	809.77	353.34
		2	12502.30	1320.84	1350.10	790.03	361.88
	Konv. Mikrodalga	1	12919.44	1365.39	1331.06	809.69	418.82
		2	12692.31	1353.74	1346.39	810.08	324.42
	Derin yağ	1	10576.66	1132.73	1072.87	664.47	502.94
		2	10436.29	1133.14	1078.71	669.46	454.89
F3	Etüv	1	12723.85	1317.97	1376.00	893.97	377.62
		2	13172.86	1368.95	1369.32	889.64	421.25
	Konv. Mikrodalga	1	12523.04	1316.50	1321.97	857.70	422.30
		2	12774.55	1311.30	1375.05	871.60	429.17
	Derin yağ	1	10874.61	1108.05	1136.24	770.22	469.95
		2	11048.92	1137.08	1145.43	755.22	472.53
F4	Etüv	1	12239.95	1309.06	1279.26	849.56	416.69
		2	12297.84	1283.53	1253.92	830.60	325.64
	Konv. Mikrodalga	1	12207.45	1272.55	1299.96	862.70	384.09
		2	12265.08	1285.83	1275.06	855.82	389.58
	Derin yağ	1	11237.65	1144.80	1108.28	728.56	403.71
		2	11262.78	1187.26	1156.86	794.15	448.75
Min.			10436.29	1108.05	1072.87	664.47	324.42
Mak.			13816.86	1385.27	1427.03	965.82	502.94
Ort.			12228.88	1273.05	1277.35	835.87	414.23
Std. Sap.			908.95	87.06	113.18	81.40	50.03

T:Tekerrür

Örneklerde dikkat çeken husus Si'un makro element seviyesinde olmasıdır. Si, kemik oluşumunda ve bağ dokusu metabolizmasında önemli bir rol oynadığı için bu elemente ilgi son zamanlarda artmış olsa da, gıdaların Si içeriği hakkında sınırlı literatür mevcuttur. Yapılan çalışmalar en yüksek Si konsantrasyonun tahıllarda ve tahıl ürünlerinde, özellikle daha az rafine edilmiş tahıllarda ve yulaf bazlı ürünlerde, meyve ve sebzeler, baklagiller, kuru meyve, muz ve kırmızı mercimekte bulunduğunu göstermiştir.



Şekil 4.16 Farklı Kızartma Yöntemi ile Kızartılmış Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Makro Element Dağılımı

Si miktarı mısır cipsinde 4-44, buğday ununda 4-29, pirinçte 0-88, Brezilya cevizinde 0-28, Kaju fıstığında (Kesunat) 0-60 ve yerfıstığında 0-24 mg/100g arasında değişmektedir (Powell ve ark., 2005). Formülasyon içerisinde yer alan tahıl unları ve fındığın, balkabağı hamur cipsini Si açısından zenginleştirmiş olup, araştırma bulguları literatür bulguları ile benzerlik göstermektedir.

4.17.2 Mikro Elementler

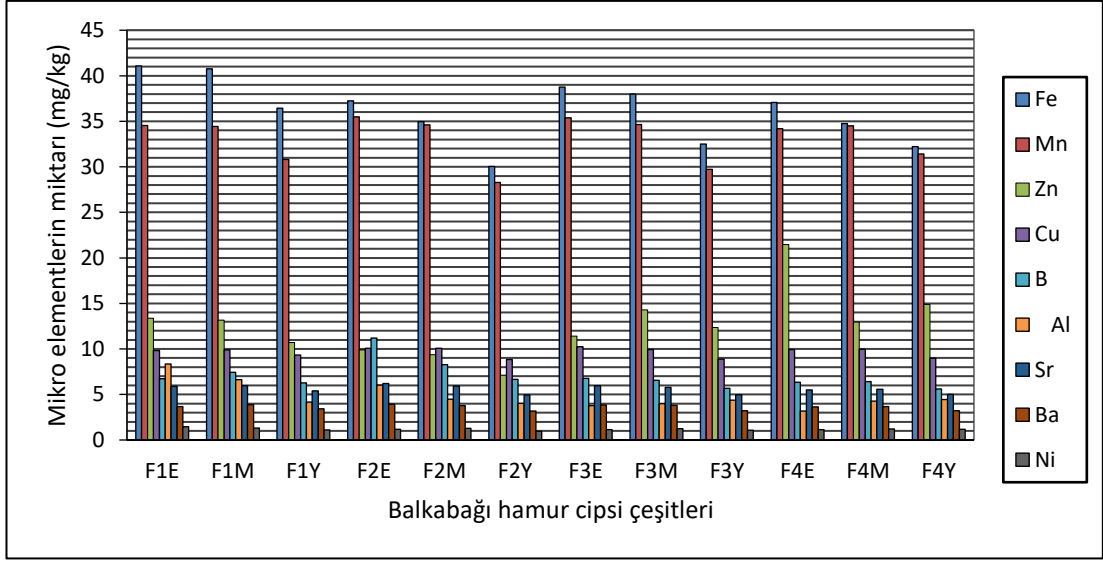
Etüv, konv. mikrodalga ve derin yağda kızartma yöntemleri ile kızartılmış farklı balkabağı cips formülasyonlarının 16 mikro element içeriğine ait değişim sınırları 2 farklı çizelgede mg/kg ve µg/kg olarak verilmiş ve dağılımı 2 farklı grafikte gösterilmiştir (Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Şekil 4.17, Şekil 4.18). Çizelge 4.18 ve 4.19 incelendiğinde, mikro elementlerden Fe'in 29.97-43.75 mg/kg aralığında salınım gösterdiği ve en fazla miktarda bulunan element olduğu belirlenmiştir. Bu elementi sırasıyla Mn>Zn>Cu>B>Al>Sr>Ba>Ni>Cr>Mo>Co>Se>V>Be>Sb takip ettiği görülmektedir. Mikro elementlerin cips formülasyonlarına göre ortalamaları incelendiğinde F1 formülasyonun Fe, Al ve Ba, F2 formülasyonun B, F4 formülasyonun ise Zn ve Cu açısından biraz daha zengin iken, Mn, Sr ve Ni'in ortalamalarının ise tüm formülasyonlarda benzer sınırlar içerisinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.18, Şekil 4.17).

Çizelge 4.18 Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Kızartma Yöntemine Göre Mikro Element İçerikleri (n=24)

Cips Çeşitleri	Kızartma Yöntemi	T	Mikro Elementler (mg/kg)									
			Fe	Mn	Zn	Cu	B	Al	Sr	Ba	Ni	
F1	Etüv	1	38.39	33.58	13.25	9.41	6.66	9.61	5.83	3.57	1.18	
		2	43.75	35.47	13.50	10.27	6.83	7.07	5.93	3.81	1.74	
	Konv. Mikrodalga	1	40.57	33.98	13.57	9.90	7.34	6.30	5.87	3.86	1.23	
		2	40.97	34.90	12.73	9.91	7.53	6.95	6.06	3.90	1.40	
	Derin yağ	1	35.33	30.02	10.59	9.30	6.30	4.17	5.39	3.43	1.07	
		2	37.51	31.63	10.79	9.39	6.24	4.19	5.41	3.45	1.11	
	F2	Etüv	1	37.62	36.07	10.28	10.14	11.40	5.03	6.27	4.00	1.14
			2	36.85	34.91	9.48	10.01	11.01	7.03	6.15	3.84	1.18
Konv. Mikrodalga		1	34.99	34.23	9.17	9.89	8.26	4.71	5.90	3.79	1.29	
		2	34.95	34.95	9.53	10.24	8.30	4.28	5.94	3.76	1.28	
Derin yağ		1	29.97	28.38	7.13	8.69	6.68	3.09	4.99	3.19	0.99	
		2	30.13	28.16	7.08	9.00	6.62	4.93	4.89	3.16	0.96	
F3		Etüv	1	39.24	35.09	11.26	10.47	6.75	3.85	5.97	3.77	1.15
			2	38.30	35.66	11.54	10.05	6.75	3.68	5.92	3.90	1.16
	Konv. Mikrodalga	1	36.84	33.91	15.71	10.10	6.57	3.11	5.79	3.82	1.26	
		2	39.13	35.37	12.84	9.72	6.51	4.84	5.75	3.77	1.23	
	Derin yağ	1	32.45	30.67	14.47	9.11	5.67	4.89	5.06	3.23	1.10	
		2	32.53	28.76	10.21	8.61	5.70	3.86	4.85	3.20	1.04	
	F4	Etüv	1	36.44	34.17	17.77	10.00	6.41	3.04	5.52	3.59	1.13
			2	37.71	34.17	25.18	9.88	6.25	3.29	5.47	3.65	1.15
Konv. Mikrodalga		1	34.33	34.15	12.88	10.00	6.39	4.33	5.50	3.69	1.10	
		2	35.16	34.85	13.01	9.92	6.44	4.22	5.66	3.67	1.29	
Derin yağ		1	32.68	30.91	11.17	9.11	5.48	4.72	4.89	3.18	1.24	
		2	31.79	31.90	18.60	8.86	5.73	4.16	5.09	3.28	1.07	
Min.			29.97	28.16	7.08	8.61	5.48	3.04	4.85	3.16	0.96	
Mak.			43.75	36.07	25.18	10.47	11.40	9.61	6.27	4.00	1.74	
Ort.			36.15	33.16	12.57	9.67	6.99	4.81	5.59	3.60	1.19	
Std. Sap.			3.47	2.45	3.91	0.54	1.48	1.57	0.43	0.27	0.16	

T:Tekerrür

Farklı kızartma teknikleri ile kızartılmış cipslerin mikro elementlerinin kompozisyonu incelendiğinde formülasyonun yanı sıra, kızartma tekniklerinin mineralleri etkilediği bu değişimin de etüvden derin yağ kızartma tekniğine doğru genelde azalma yönünde olduğu izlenmektedir. Tüm formülasyonlarda etüvde kızartma yöntemi ile kızartma işleminin diğer yöntemlere göre mikro elementleri daha az etkilediği bunu konv. mikrodalga yönteminin izlediği kayıpların daha çok derin yağda kızartma yönteminde olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.18, Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Farklı Kızartma Yöntemi ile Kızartılmış Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Mikro Element Dağılımı

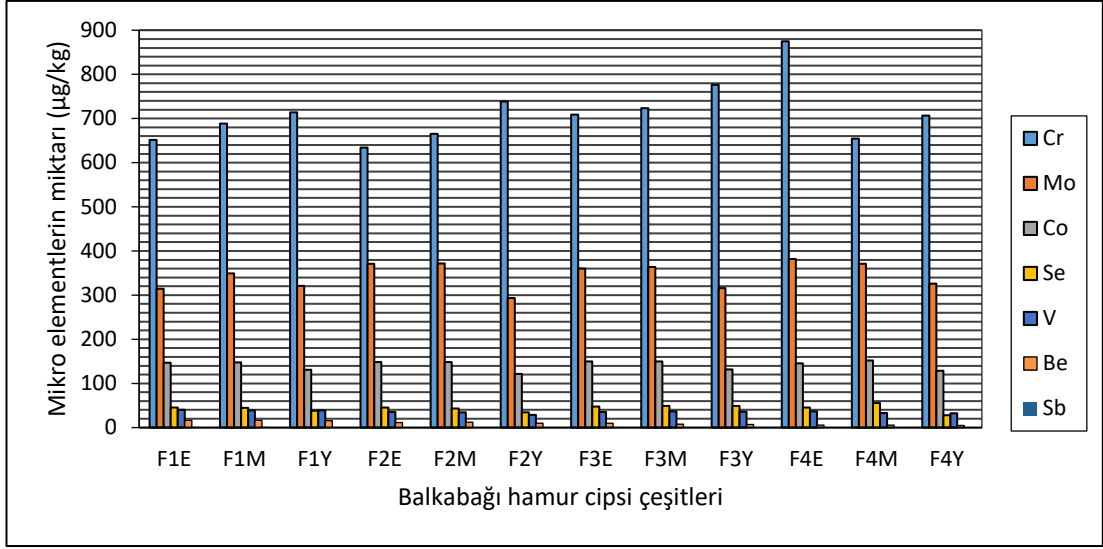
Balkabağı hamur cips çeşitlerinde $\mu\text{g/kg}$ seviyesinde bulunan diğer mikro elementlerin dağılımı incelendiğinde kızartma tekniğine göre, Cr (Krom) F1 formülasyonunda 600-709, F2 formülasyonunda 627-723, F3 formülasyonunda 694-777, F4 formülasyonunda ise 649-1072, Mo (Molibden) F1 formülasyonunda 288-351, F2 formülasyonunda 289-380, F3 formülasyonunda 310-370, F4 formülasyonunda ise 325-382, Co (Kobalt) F1 formülasyonunda 126-150, F2 formülasyonunda 119-152, F3 formülasyonunda 130-152, F4 formülasyonunda ise 125-154, Se (Selenyum) F1 formülasyonunda 35-49.17, F2 formülasyonunda 34-46.95, F3 formülasyonunda 27-51.69, F4 formülasyonunda ise 24-56.47, V (Vanadyum) F1 formülasyonunda 37-41.90, F2 formülasyonunda 28-39.71, F3 formülasyonunda 34-37, F4 formülasyonunda ise 32-36.83, Be (Berilyum) F1 formülasyonunda 15-16.83, F2 formülasyonunda 9-12.96, F3 formülasyonunda 6-10.42, F4 formülasyonunda ise 4-6.51, Sb (Antimon) F1 formülasyonunda 1.13-1.74, F2 formülasyonunda 1.07-1.37, F3 formülasyonunda 1.01-1.68, F4 formülasyonunda ise 0.74-1.18 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Kızartma Yöntemine Göre Mikro Element İçerikleri (n=24)

Cips Çeşitleri	Kızartma Yöntemi	T	Mikro Elementler (µg /kg)							
			Cr	Mo	Co	Se	V	Be	Sb	
F1	Etüv	1	600.45	288.36	144.18	47.53	41.90	16.17	1.74	
		2	703.08	340.01	150.40	42.94	39.10	15.99	1.53	
	Konv. Mikrodalga	1	673.23	351.14	144.75	49.17	38.96	16.83	1.68	
		2	704.28	346.66	151.19	40.49	38.92	15.72	1.83	
	Derin yağ	1	708.97	316.31	126.91	35.14	37.73	15.33	1.13	
		2	719.36	326.27	134.90	40.72	40.11	15.76	1.23	
	F2	Etüv	1	627.73	380.30	152.98	45.17	39.71	11.52	1.20
			2	640.21	361.69	143.60	45.77	30.94	11.28	1.28
Konv. Mikrodalga		1	677.71	369.60	148.42	46.95	35.76	12.96	1.37	
		2	653.06	373.57	147.91	39.74	32.75	11.38	1.21	
Derin yağ		1	764.23	289.29	119.18	34.54	29.51	9.90	1.07	
		2	713.30	297.87	123.23	34.44	28.50	9.22	1.24	
F3		Etüv	1	723.76	351.38	150.33	47.03	34.91	10.42	1.01
			2	694.68	368.84	149.85	48.16	35.27	9.74	1.09
	Konv. Mikrodalga	1	711.24	369.82	151.56	47.03	37.00	7.96	1.16	
		2	735.11	357.82	147.49	51.69	36.47	7.12	1.68	
	Derin yağ	1	775.68	321.77	130.97	48.36	36.08	6.24	1.30	
		2	776.99	310.37	132.84	49.48	35.60	7.38	1.17	
	F4	Etüv	1	677.29	381.02	145.61	45.93	36.55	5.13	0.74
			2	1072.18	382.29	144.74	45.39	36.83	6.51	0.98
Konv. Mikrodalga		1	660.41	375.49	150.27	54.12	32.09	6.05	1.18	
		2	649.28	366.40	153.98	56.47	34.76	4.74	1.07	
Derin yağ		1	713.46	325.70	125.69	31.22	32.05	4.74	0.94	
		2	699.68	326.79	131.77	24.11	32.16	5.18	1.24	
Min.			600.45	288.36	119.18	24.11	28.50	4.74	0.74	
Mak.			1072.18	382.29	153.98	56.47	41.90	16.83	1.83	
Ort.			711.47	344.95	141.78	43.82	35.57	10.14	1.25	
Std. Sap.			88.64	29.95	10.59	7.57	3.47	4.14	0.27	

T:Tekerrür

Balkabağı hamur cipsi formülasyonlarının µg/kg seviyesinde bulunan diğer mikro elementlerinin farklı kızartma tekniklerine göre ortalamaları incelendiğinde, formülasyonun yanı sıra, kızartma tekniklerinin mineralleri etkilediği izlenmektedir. Derin yağ yönteminde kızartılmış cipslerde Cr miktarı, etüv ve konv. mikrodalga tekniği ile kızartılmış cipslere göre daha yüksek; Mo, Co, Se ve Be daha düşük bulunurken, V ve Sb ortalamaları ise formülasyona göre değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Farklı Kızartma Yöntemi ile Kızartılmış Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Mikro Element Dağılımı

4.17.3 Toksik Elementler

Çalışma kapsamında farklı formülasyonlarda hazırlanmış ve farklı kızartma teknikleri ile kızartılmış hamur cipslerinde $\mu\text{g/kg}$ seviyesinde As (Arsenik), Pb (Kurşun), Cd (Kadmium) ve Tl (Talyum) gibi toksik elementlere rastlanılmış, çeşide ve kızartma yöntemine göre değişimleri ortalama olarak Çizelge 4.20’de, grafiklerle değişimin gösterimi ise Şekil 4.19’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 incelendiğinde, toksik mikro elementlerden As’in 15.73-22.79 $\mu\text{g/kg}$, Pb 3.51-16.43 $\mu\text{g/kg}$, Cd 3.48-5.47 $\mu\text{g/kg}$ ve Tl 1.62-2.78 $\mu\text{g/kg}$ aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Toksik elementlerin cips formülasyonlarına göre ortalamaları incelendiğinde F1 formülasyonun Pb, Cd ve Tl, F2 formülasyonun ise As açısından diğer formülasyonlara göre yüksek oranda içerdiği saptanmıştır (Çizelge 4.20, Şekil 4.19).

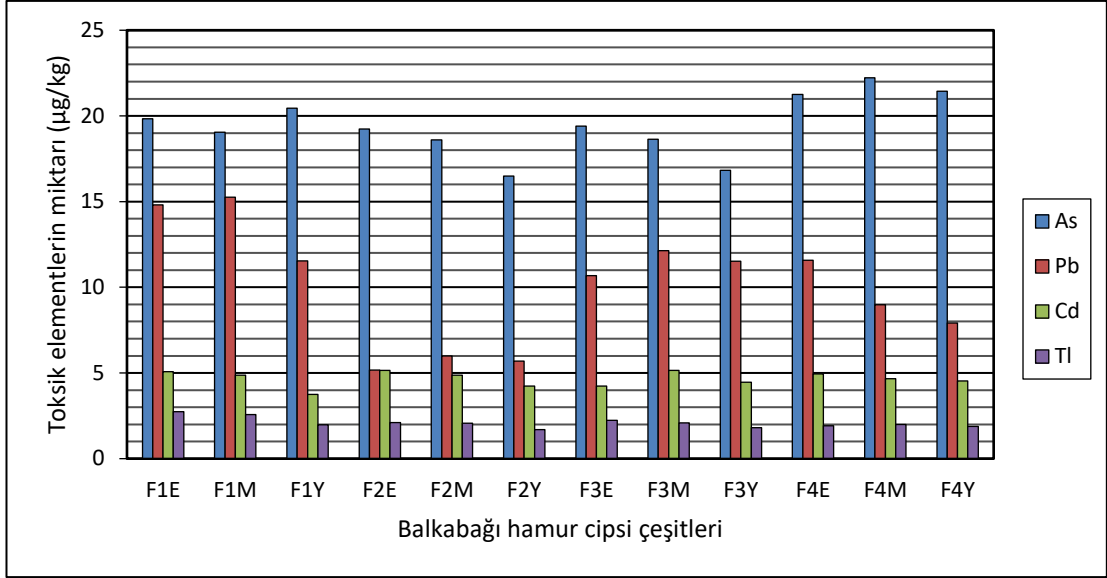
Balkabağı hamur cipslerindeki toksik elementlerden Pb, Cd ve Tl’un tüm formülasyonlarda derin yağda kızartılmış cipslerde azalma yönünde değişim gösterdiği, As miktarındaki değişimin ve azalmanın ise belirgin olarak sadece F2 ve F3 formülasyonunda ve derin yağda kızartma metodunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.19).

Çizelge 4.20 Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Kızartma Yöntemine Göre Toksik Element İçerikleri (n=24)

Cips Çeşitleri	Kızartma Yöntemi	T	Toksik elementler (µg/kg)				
			As	Pb	Cd	Tl	
F1	Etüv	1	19.17	16.43	4.66	2.78	
		2	20.51	13.20	5.47	2.70	
	Konv. Mikrodalga	1	19.20	14.14	5.07	2.59	
		2	18.91	16.38	4.68	2.54	
	Derin yağ	1	20.29	10.97	3.48	1.99	
		2	20.61	12.10	4.03	1.95	
	F2	Etüv	1	20.24	6.82	4.99	2.10
			2	18.24	3.51	5.33	2.12
Konv. Mikrodalga		1	18.93	5.88	5.00	2.05	
		2	18.25	6.10	4.75	2.07	
Derin yağ		1	17.26	6.38	3.62	1.75	
		2	15.73	5.00	4.87	1.62	
F3		Etüv	1	18.71	9.88	4.21	2.18
			2	20.10	11.47	4.27	2.28
	Konv. Mikrodalga	1	17.37	11.62	5.39	2.08	
		2	19.90	12.65	4.92	2.11	
	Derin yağ	1	17.17	12.68	4.74	1.82	
		2	16.49	10.34	4.19	1.78	
	F4	Etüv	1	22.18	12.09	4.45	1.88
			2	20.32	11.06	5.45	1.95
Konv. Mikrodalga		1	21.65	8.60	4.52	1.99	
		2	22.79	9.36	4.80	1.98	
Derin yağ		1	21.85	7.33	4.48	1.75	
		2	21.03	8.51	4.61	2.00	
Min.			15.73	3.51	3.48	1.62	
Mak.			22.79	16.43	5.47	2.78	
Ort.			19.45	10.10	4.67	2.09	
Std. Sap.			1.84	3.45	0.53	0.30	

T:Tekerrür

Sonuçta tüm mineral maddelerin derin yağ sisteminde kızartılmış balkabağı cipsi örneklerinde azalma gösterdiği izlenmektedir ki bunun muhtemelen cips örneklerinin yağı çekmesi dolayısıyla toplam ürün miktarında oransal olarak mineral konsantrasyonun azalması ile ilgili olabilir.



Şekil 4.19 Farklı Kızartma Yöntemi ile Kızartılmış Balkabağı Hamur Cips Çeşitlerinin Toksik Element Dağılımı

Souci ve ark., (2000) sakız kabağında (*Cucurbita pepo* L.) Na'ü 1.1-7.1 mg/100g, K'ü 146-383 mg/100g, Ca'ü 21-23 mg/100g, P'ü 44 mg/100g, Cl'ü 18 mg/100g ve Mg'ü 8 mg/100g olarak, diğer mikro elementlerden Mn'ı 66 µg/100g, Fe'i 800 µg/100g, Cu'ı 80 µg/100g, Zn'ü 200 µg/100g, Cr'ü 2.0 µg/100g, Mo'i 0.0 µg/100g, I'ü 1.4 µg/100g ve B'ü 100 µg/100g miktarlarında bildirmişlerdir.

USDA (2019)' a göre çiğ balkabağı 100 g'da olmak üzere K'ü 340 mg, P'ü 44 mg, Ca'ü 21 mg, Mg'ü 12 mg, Na'ü 1 mg, Fe'i 0.8 mg, Zn'ü 0.32 mg, Cu'ı 0.127 mg, Mn'ı 0.125 mg ve Se'ü 0.3 µg içermektedir. Diğer taraftan 100 g mısır unu 381 mg K, 263 mg P, 5 mg Ca, 110 mg Mg, 5 mg Na, 1.74 mg Fe, 2.24 mg Zn, 0.154 mg Cu, 0.54 mg Mn ve 2.2 µg Se içerirken, 100g buğday unu ise mineral maddelerden K'ü 394 mg, P'ü 323 mg, Ca'ü 33 mg, Mg'ü 3.4 mg, Na'ü 3 mg, Fe'i 3.71 mg, Zn'ü 2.96 mg, Cu'ı 0.475 mg, Mn'ı 3.4 mg ve Se'ü 12.7 µg ihtiva etmektedir. Aynı kaynakta pirinç ununda K 76 mg/ 100 g, P 98 mg/ 100 g, Ca 10 mg/ 100 g, Mg 35 mg/ 100 g, Fe 0.35 mg/ 100 g, Zn 0.80 mg/ 100 g, Cu 0.13 mg/ 100 g, Mn 1.2 mg/ 100 g ve Se 15.1 µg/ 100 g, kavrulmuş fındık unununun 100 g'ında ise K, P, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve Se'ü sırasıyla 755 mg, 310 mg, 123 mg, 173 mg, 4.38 mg, 2.5 mg, 1.75 mg, 5.55 mg ve 4.1 µg olarak bildirilmiştir. Pirinç ve fındık ununda ise Na'un tespit edilebilir miktarda olmadığı rapor edilmiştir.

Araştırmadaki cips örneklerinin mineral verilerini aynı elementler açısından Souci ve ark., (2000) ile karşılaştırdığımızda verilerin oldukça yüksek olduğu, USDA (2019) verileri ile karşılaştırdığında ise Mg, Fe, Mn, Zn, Cu ve Se'a ait verilerin uyumlu, fakat K, Na verilerinin daha yüksek olduğu izlenmektedir. Na'un yüksek çıkması formülasyona tadı dengelemek amacıyla ilave edilen %0.2 tuz oranı ile açıklanabilir.

Diğer taraftan bitkisel ürünler içerisinde mineral maddelerin özellikle ağır ve toksik elementlerin miktarı, toprağın yapısına, bitki çeşidine, kullanılan gübre, kimyasal ilaç ve pestisitler, ekolojik koşullara, iklim ve kirletici etkenlerin varlığına (evsel veya fabrika atık suları, ekzoz kaynaklı duman, katı atıklar, arıtma çamurları, hava kirliliği, endüstri atıkları vs.) göre değişkenlik gösterebilmektedir. Ayrıca Pb, Hg, Cr ve Co gibi elementlerin toprağa kuvvetle bağlanabilir olmaları, bitkilerin kökleriyle alınma hızlarını düşürse de, Cd, Tl, Zn, Ni ve Cu gibi bazı elementler taşınır olmaları sebebiyle bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilmektedir (Kızılkaya ve Aşkın, 2000).

4.18 Duyusal Değerlendirmelere Ait Sonuçlar

Farklı balkabağı hamur formülasyonunda hazırlanan ve farklı metotlar kullanılarak kızartılan balkabağı cipslerinin duyusal özelliklerine ait 10 panelistin hedonik skalaya göre (1-9 puan) değerlendirme puanları ortalama ve standart sapmaları Çizelge 4.21'de gösterilmiştir.

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre cipslerin renk açısından en beğenileni F2 formülasyonu olurken, bunu sırasıyla F4, F3 ve F1 formülasyonları takip etmiştir. F2 formülasyonunda yer alan buğday ununun diğer formülasyonlara göre balkabağı pulpu ile nispeten daha açık renkli cipsler verdiği, bunun da puanlamaya yansıdığı görülmüştür. Diğer taraftan kızartma yöntemleri içerisinde etüvde kızartma yöntemi ($180\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de 2 dk) 4 hamur formülasyonunda en yüksek ortalama değerleri (6.5-7.9) alırken, en düşük ortalama değerleri (5.8-7.0) derin yağda kızartma ($180\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 5 s) yöntemi almıştır. Yağda kızartılmış formülasyonların bünyelerine yağı daha fazla absorbe etmeleri ve nispeten daha koyu renkli cipsler vermeleri panelistleri olumsuz etkilemiş ve daha düşük puanla değerlendirmelerini sağlamıştır. Nitekim yapılan enstrümental analiz sonucunda bu cipslerde yağ miktarının daha yüksek ve %31-37

Çizelge 4.21 Balkabağı Hamur Cipsi Örneklerine Ait Duyusal Değerlendirme Sonuçları (n=12)

Formülasyon	Kızartma Yöntemi	Renk	Koku	Sertlik	Kırılganlık-gevreklik	Ağızda erime	Yağlılık	Katkı maddesi ile cipsin uyumu	Yabancı tat ve aroma	Genel kabul edilebilirlik
F1	Etüv	6.50±1.84	6.00±1.25	7.00±1.76	7.00±1.76	7.00±1.76	7.40±1.35	6.30±1.06	6.30±1.06	6.90±1.20
	Konv. Mikrodalga	7.00±1.70	7.00±1.63	6.30±1.25	6.30±1.25	6.30±1.25	7.40±1.07	6.20±1.75	6.20±1.75	6.30±1.34
	Derin Yağ	5.80±1.62	5.60±1.84	6.20±1.62	6.20±1.62	6.20±1.62	4.30±1.49	5.70±1.89	5.60±1.71	5.70±1.16
F2	Etüv	7.90±0.99	7.20±1.62	6.80±1.93	6.80±1.93	6.50±1.78	6.90±1.79	6.90±1.66	7.00±1.76	7.40±1.17
	Konv. Mikrodalga	5.70±1.64	5.50±0.85	6.00±1.25	6.00±1.25	5.70±0.67	6.60±1.26	5.60±1.43	5.40±1.17	5.60±1.07
	Derin Yağ	7.00±1.83	6.00±1.83	5.80±1.40	5.80±1.40	5.80±1.40	4.60±1.26	5.40±1.65	5.40±1.65	5.30±1.49
F3	Etüv	7.20±1.32	6.90±1.60	7.20±1.40	7.20±1.40	7.20±1.40	7.20±1.40	7.00±1.41	7.00±1.41	7.40±0.84
	Konv. Mikrodalga	6.50±1.90	6.10±1.37	4.90±0.57	4.90±0.57	4.90±0.57	6.50±1.18	5.40±1.26	5.40±1.26	5.70±0.82
	Derin Yağ	6.30±1.95	6.10±1.29	5.60±0.84	5.60±0.84	5.60±0.84	4.40±1.26	4.70±1.42	4.70±1.42	5.00±0.94
F4	Etüv	7.60±0.97	7.00±1.41	7.70±1.57	7.40±1.58	7.60±1.51	7.70±1.34	7.20±1.23	7.30±1.34	7.50±0.97
	Konv. Mikrodalga	6.00±1.56	5.90±1.45	5.20±1.48	5.20±1.48	5.20±1.48	6.50±1.08	5.20±0.42	5.20±0.42	5.60±0.70
	Derin Yağ	6.20±1.87	6.00±1.33	5.30±1.57	5.20±1.32	5.20±1.32	4.20±0.92	4.80±1.93	4.80±1.93	4.90±1.37

arasında değiştiği, toplam karotenoidlerin daha fazla parçalanmış (118-201 mg/kg) olduğu, açıklık ve koyuluğun göstergesi Hunter L* renk değerinin daha düşük (45.91-58.79) ve kırmızılığın göstergesi Hunter a* renk değerinin ise en yüksek değeri almış olması panelistlerin renk değerlendirmesini destekler niteliktedir.

Sonuçta F2 formülasyonunun etüvde kıztartılan balkabağı hamur cipsleri, renk açısından en çok beğenilen cips olmuştur. Konv. mikrodalga (360W'da 6 dk) ile kıztartılan cipsler bu iki kıztartma yöntemi arasında puan almıştır.

Koku değerlendirme ortalama puanları incelendiğinde, hazırlanan 4 formülasyon içerisinde F2 ve F4'n yüksek ortalama ile değerlendirildiği, kıztartma yöntemleri içerisinde ise etüvde kıztartma yönteminin tüm formülasyonlar içerisinde en fazla beğeni gördüğü saptanmıştır. Sonuçta F2'nin etüv kıztartma tekniği ile üretilmiş cipsleri koku açısından en beğenilen cipsler olmuştur.

Balkabağı cips formülasyonları sertlik (ağızda verdiği his, kırılırken gösterdiği direnç) açısından değerlendirildiğinde, tüm formülasyonlar içerisinde ortalama puan olarak F1 formlasyonu genelde beğenilirken, her 3 kıztartma teknikleri içerisinde etüvle kıztartma yöntemi beğenilen sertlik değerini vermiş ve en yüksek ortalama değeri almıştır. Etüvde kıztartılmış F4 formülüne ait cipsler en fazla beğeni puanını alırken, en düşük puanı konv. mikrodalga ile kıztartılmış F3 formülü almıştır.

Balkabağı hamur cipsleri içerisinde etüvle kıztartılmış tüm formülasyonlar kırılğanlık ve gevreklik bakımından en yüksek ortalama puanı alırken, sertlik değerlendirilmesinde olduğu gibi konv. mikrodalga yöntemi ile kıztartılmış F3 formlasyonu en düşük ortalama değeri (4.9±0.7) almıştır. Yapılan sertlik ve kırılğanlık testi sonucu etüvde kıztartılmış F1 formülasyonun daha gevrek ve kırılğan cipsler verdiği, F4 formülasyonunun derin yağda kıztartılmış cipslerinin ise aynı formülasyon içinde etüv ve konv. mikrodalga ile kıztartılmış cipslere göre gevrek ve kırılğan olmayan cipsler verdiği, dolayısıyla panelistlerin değerlendirmeleri ile uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir.

Ağızda erime açısından konv. mikrodalga yöntemi ile kıztartılmış formülasyonlar en düşük ortalama değeri almış (4.9-6.2), etüvde kıztartılan tüm cipsler ise en fazla beğeniyi grmştir (6.50-7.6). Diğer taraftan kıztartma tekniği olarak derin

yağda kızartma yönteminin ise konv. mikrodalga yöntemine göre nispeten daha yüksek puan aldığı belirlenmiştir.

Balkabağı hamur cipslerinin yağlılık açısından belirgin şekilde derin yağda kızartma tekniği ile en düşük değerlendirilme puanını almış yani diğer cipslere oranla çok yağlı bulunmuştur. Bu sonuç enstrümental analiz sonuçları (yağ miktarı %31-37) ile yukarıda değinildiği gibi paralellik göstermektedir. Diğer taraftan tüm balkabağı hamur formülasyonlarının etüvle kızartılmış cipsleri en fazla beğenilmiş bunu konv. mikrodalga ile kızartma tekniği takip etmiştir.

Balkabağı hamur cipsleri içerisinde yer alan katkı maddelerinin, cips formülasyonlarındaki tat uyumunun sadece yağla kızartma tekniğinde bozulduğu ve en düşük ortalama değeri aldığı, formülasyonların tümünde etüvle kızartma tekniğinin tat uyumunu koruduğu ve en yüksek puan aldığı, bunu konv. mikrodalga yönteminin takip ettiği belirlenmiştir.

Balkabağı hamur cips formülleri içerisinde yabancı tat ve aroma, katkı maddesi ile cipsin uyumunda olduğu gibi, belirgin olarak derin yağda kızartılmış balkabağı cipslerinde hissedilmiş ve en düşük puanı almıştır. Etüvde kızartılmış balkabağı cipslerinde diğerlerine nispeten yabancı tat ve aroma hissedilmemiştir.

Genel kabul edilebilirlik açısından etüvde kızartma tekniği sırasıyla F4, F2-F3 ve F1 formülasyonlarında en yüksek puanlamayı alarak en fazla beğeni gören kızartma uygulaması olmuştur. Konv. mikrodalga yöntemi, duyuşal değerlendirme puanlama sonucunda ikinci derecede uygulanabilir bir kızartma yöntemi olarak kabul görürken, yağda kızartma tekniğinin ise genelde beğeni değerlendirmesinin diğer uygulamalara göre düşük olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.21).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmayla ön duyuusal değerlendirmelerle farklı balkabağı hamur cipsi formülasyonları geliştirilmiş ve farklı kızartma teknikleri uygulanarak cipslerin arasındaki fizikokimyasal ve duyuusal özelliklerdeki farklılıklar ortaya konulmuştur. Balkabağı hamur cipsi formülasyonları balkabağının yanısıra mısır, buğday, pirinç ve findık unu ile şeker ve tuz ile hazırlanmış, kızartma teknikleri olarak etüv ($180\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de 2 dk), konvansiyonel mikrodalga (360W'da 6 dk) ve fritözde derin yağ içerisinde ($180\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 5 s) kızartma teknikleri kullanılmıştır.

Farklı formülasyon ve kızartma teknikleri ile elde edilmiş balkabağı hamur cipslerinde rutubet, kül, yağ, protein, HMF, TFM, DPPH-RSA, TEAC, top. karotenoid, akrilamid, sertlik, kırılabilirlik ile Hunter L*, a* ve b* değerleri miktarları; sırasıyla %0.994-1.731, %1.588-2.337, %20.270-38.110, %9.811-12.020, 11.88-44.89 mg/kg, 472-625.67 mg GAE/100g, %64.13-67.48, 76.99-86.94 μg TE/100g, 118.62-285.79 mg/kg, 310.11-875.24 mg/kg, 102.82-293.95 g, 0.63-1.57 mm, 45.91-62.88, 20.55-37.53 ve 25.59-37.67 arasında saptanmıştır.

Balkabağı hamur cipslerinin farklı kızartma teknikleri ile elde edilmesi sırasında bileşim unsurlarında meydana gelen değişimleri ortaya koymak amacıyla yapılan Varyans analizi (ANOVA) sonucunda, balkabağı hamur cipslerinin rutubet, kül, yağ, HMF, TFM, DPPH-RSA, TEAC, top. karotenoidler, akrilamid, Hunter L*, a* ve b* ile kırılabilirlik değerleri üzerine F, KY ana faktörleri ile FxKY interaksiyonun etkisi önemli bulunurken ($p<0.05$), kül ve protein miktarının F ve KY varyasyon kaynakları ile, sertlik değerinin ise F ve FxKY ile etkilendiği belirlenmiştir.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda balkabağı hamur cipslerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden rutubet miktarı ile kül, yağ, protein, HMF, top. karotenoid, akrilamid, Hunter a* ve b* renk değeri, HMF miktarı ile kül, protein, akrilamid, Hunter a* ve b* renk değeri, kül ile yağ, protein, HMF, TFM, top. karotenoid, sertlik, kırılabilirlik ve Hunter a* renk değeri, yağ ile protein, top. karotenoid, akrilamid, Hunter a* renk değeri, protein ile HMF, TFM, DPPH-RSA, TEAC, top. karotenoid, akrilamid, sertlik ve Hunter a* renk değeri, HMF ile akrilamid, kırılabilirlik, Hunter a* ve b* renk değeri, TFM ile DPPH-RSA, TEAC, sertlik, kırılabilirlik, DPPH-RSA ile TEAC, top. karotenoid ile sertlik, kırılabilirlik, Hunter L* ve b* renk değerleri, akrilamid ile Hunter a*

ve b* renk değerleri, sertlik ile kırılgenlık değeri, kırılgenlık değeri ile Hunter L* ve b* renk değeri, Hunter L* renk değeri ile Hunter b* renk değeri, Hunter a* renk değeri ile Hunter b* renk değeri arasında ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Balkabağı hamur cipslerinin yapılan ICP-MS analizleri sonucunda örneklerin tümünde Fe, Mn, Zn Cu, B, Al, Sr, Ba, Ni, Cr, Mo, Co, Se, V, Be ve Sb gibi mikro elementlerin yanısıra iz miktarda olsa da Arsenik (As), Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb) ve Tl (Talyum) gibi toksik elementlere rastlanılmıştır. Balkabağı cipsi örneklerinde toplam 25 elementin içerisinde insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemli olan K, Na, Ca, Mg ve Si minerallerinin konsantrasyonları diğer minerallere nazaran daha yüksek çıkmıştır. Tüm numunelerde makro, mikro ve toksik elementlerin konsantrasyonları cips formülasyonu ve kızartma tekniğine göre değişiklik göstermiştir. Balkabağı hamur cipsi formülasyonunda yer alan katkı veya dolgu olarak kullanılan tahıl unlarının çeşidi ve oranları mineral madde miktarlarının değişiminde daha etkili olmuştur. Diğer taraftan genelde derin yağda kızartma tekniği ile makro, mikro ve toksik elementler azalırken, mineral maddelerin etüvde kızartma tekniğinde daha iyi korunduğu gözlenmiştir. Balkabağı hamur cipsi formülasyonlarına bakıldığında karotenoidler ve TFM gibi bioaktif bileşiklerin yanı sıra mineral maddeler açısından da zengin bir kaynak olduğu belirlenmiştir.

Balkabağı hamur cipslerinin hazırlanmasında kullanılan kızartma tekniklerinin cips formülasyonlarının bileşimine göre fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanısıra duyuşal özelliklerini farklı etkilediği, en uygun fiziksel ve kimyasal değişimlerin F1 cips hamuru ve etüvde kızartma tekniğinde olduğu belirlenmiştir. Fakat duyuşal değerlendirmeler incelendiğinde genel kabul edilebilirlik açısından etüvde kızartma tekniği beğenilmekle birlikte formülasyonlardaki beğeni sıralaması değişmiş etüvde kızartılmış F4, F3, F2 ve F1 formülasyonları sırasıyla diğer kızartma tekniklerine ait formülasyonlara göre en fazla beğeni almıştır. Konv. mikrodalga yöntemi, duyuşal değerlendirme puanlama sonucunda ikinci derecede uygulanabilir bir kızartma yöntemi olarak kabul görürken, yağda kızartma tekniğinin ise genelde beğeni değerlendirmesinin düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Her ne kadar cipslerin duyuşal değerlendirme sonuçları cipsler arasında farklı beğeni derecesini ortaya çıkarmış olsa da genelde verilen puanlamadan tüm cipslerin beğenildiği dolayısıyla balkabağının hamur cipsleri içerisinde kullanılabilir ve uyumlu bir katkı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Sonuçta uygulanan diğer kızartma tekniklerinin (özellikle derin yağ), balkabağı hamur cipslerinin besin değerlerini nispeten düşürdüğü, duyuşal ve kalite özelliklerinde değişikliklere yol açtığı görülmektedir. Diğer taraftan kızartma teknikleri ile balkabağında akrilamid ve HMF'nin artması her ne kadar olumsuzluk olarak görölse de, cipslerin içerikleri ve insan beslenmesine olan diğer olumlu yönlerini hatta zengin bileşim unsurlarını gölgeleyememektedir.

Balkabağı içerdiği besin ögeler ile mutlaka besin diyetlerinde yer alması gerektiği bir çok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır. Bu amaçla da ülkemizde tatlı, reçel veya sebze olarak yemekler içerisinde değerlendirilmektedir. Bu çalışma ile balkabağının hamur cipsi formülasyonunda yer alabileceği, ihtiva ettiği karbonhidratlar, diyet lifi, karotenoidler, fenolik bileşikler ve mineral maddeler yanında cips formülasyonunda yer alan fındık, mısır, buğday ve pirinç unu gibi besin maddelerinin protein, karbonhidrat, yağ, diyet lifi, mineraller ve vitaminler gibi zengin bileşim unsurları ile bir araya geldiği ve zenginleştirildiği düşünülürse bir atıştırmalık olarak günlük ihtiyacı karşılaması açısından iyi bir kaynak olduğu görülmektedir. Formülasyonda yer alan ve birçok yayınlı sağılıkla olan ilişkisi tartışılan fındığın yanı sıra, balkabağı ve diğer katkıların bileşim unsurları da dikkate alındığında bu tip cipslerin mutlaka farklı yaş grubunda yer alan tüketici diyetine kazandırılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ahmad, G. & Khan, AA. (2019). Pumpkin: horticultural importance and its roles in various forms; a review. *International Journal of Horticulture and Agriculture*, 4(1), 1-6.
- Almeida, DNG., Valencia, ME. & Higuera, CI. (1990). Formulation of corn-based snacks with high nutritive value: Biological and sensory evaluation. *Journal of Food Science*, 55, 228-231.
- Amador-Rodríguez, KY., Martínez-Bustos, F., Pérez-Cabrera, LE., Posadas-Del-Río, FA., Chávez-Vela, NA., Sandoval-Cardoso, M. & Guevara-Lara, F. (2015). Effect of huitlacoche (*Ustilago maydis DC Corda*) paste addition on functional, chemical and textural properties of tortilla chips. *Food Science and Technology*, 35(3), 452-459.
- AOAC, (1990). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, (15th ed.), Washington, DC.
- Arachchige, USPR., Dinali, WAM., Lankanayake, HBAAK., Madhubhashini, MN. & Marasinghe, MAWN. (2019). Development Of Extruded Snacks Using Pumpkin Flour. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 8(12).
- Arisseto, AP., Toledo, MC., Govaert, Y., Loco, JV., Fraselle, S., Weverbergh, E. & Degroodt, JM. (2007). Determination of acrylamide levels in selected foods in Brazil. *Food Additives and Contaminants*, 24(3), 236–241.
- Arora, B., Kamal, S. & Sharma, VP. (2018). Nutritional and quality characteristics of instant noodles supplemented with oyster mushroom (*P. ostreatus*). *Journal of food processing and preservation*, 42(2).
- Arribas-Lorenzo, A. & Morales, FJ. (2009). Dietary exposure to acrylamide from potato crisps to the Spanish population. *Food Additives and Contaminants*, 26(3), 289–297.
- Aydın, E. (2014). Balkabağı (*Cucurbita moschata*) Unu Katkısının Bisküvinin Antioksidan Aktivite ve Besinsel Kalitesine Etkileri. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Babacan, S. (2017). Fırınlanmış ve Kızartılmış Kırmızı Mercimek Cipsi Üretim Şartlarının Optimize Edilerek Fizikokimyasal, Duyusal ve Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Balkaya, A., Karaağaç, O. & Özbakır, M. (2010). Karadeniz Bölgesinden Toplanan Bal Kabağı (*Cucurbita moschata Duch.*) Populasyonlarındaki Meyve Özelliklerinin Karakterizasyonu ve Varyasyonun Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 17-25.
- Barreto, IMA., Tribuzi, G., Marsaioli, AJ., Carciofi, BAM. & Laurindo, JB. (2019). Oil-free potato chips produced by microwave multistage drying. *Journal of Food Engineering*, 261, 133-139.

- Bhat, AM. & Bhat, A. (2013). Study on physico-chemical characteristics of pumpkin blended cake. *J Food Process Technol.* 4, 262.
- Brennan, MA., Derbyshire, E., Tiwari, BK & Brennan, CS. (2013). Ready-to-eat snack products: the role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks. *International Journal of Food Science and Technology*, 48, 893–902.
- Büyüksaraç, F. (2018). Farklı Bileşim ve Üretim Yöntemleri Kullanılarak Balık Cipsi Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Califano, AN. & Calvelo, A. (1987). Adjustment of surface concentration of reducing sugars before frying of potato strips. *Journal of Food Processing and Preservation*, 12, 1–9.
- Cao, XM., Zhang, FS., Wang, YT., Yi, JY. & Liao, XJ. (2011). Effect of high pressure on enzymes, phenolic compounds, anthocyanins, polymeric color and color of strawberry pulps. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 877-885.
- Carmen, BU. & Svenja, H. (2019). Formation of acrylamide in vegetable crisps influence of processing conditions and reducing sugars. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 115, 265-269.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, Ankara, 657s.
- Chen, J., Karlsson, C. & Povey, MJW. (2005). Acoustic envelope detector for crispness assessment of biscuits. *Journal of Texture Studies*, 36, 139–156.
- Çağlayan, H. (2018). Balkabağı ve Kuru Üzüm İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- Çoban, Dİ. (2018). Lüpen (*Lupinus albus L.*) Katkılı Cips Üretimi ve Son Ürünün Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Da Silva, PF. & Moreira, RG. (2008). Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks. *LWT-Food Science and Technology*, 41, 1758-1767.
- Davis, AR., Fish, WW., & Perkins-Veazie, P. (2009). A rapid spectrophotometric method to determine β -carotene content in cucumis melo germplasm. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 31-32, 5-7.
- Davis, AR., Fish, WW. & Perkins-Veazie, P. (2003). A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 425-430.
- Decker-Walters, DS. & Walters, TW. (2000). Squash. *The Cambridge world history of food*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 335-351.
- Devi, S., Zhang, M. & Law, CL. (2018). Effect of ultrasound and microwave assisted vacuum frying on mushroom (*Agaricus bisporus*) chips quality. *Food Bioscience*, 25, 111-117.

- Dirim, SN. & Çalışkan, G. (2012). Determination of the effect of freeze drying process on the production of pumpkin (*Cucurbita moschata*) puree powder and the powder properties. *Gıda*, 37(4), 203-210.
- Doğan, N., Doğan, C., Çam, M. & Hayoğlu, I. (2020). Optimization and comparison of three cooking methods for wheat flour-oyster mushroom (*P. ostreatus*) powder composite chips. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11).
- Duarte-Correa, Y., Díaz-Osorio, A., Osorio-Arias, J., Sobral, PJ. & Vega-Castro, O. (2020). Development of fortified low-fat potato chips through Vacuum Impregnation and Microwave Vacuum Drying. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 64.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve deneme metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, Ankara, 381s.
- El-Kholy, AM. & Abbas, FM. (2015). Using of Pumpkin (*Cucurbita moschata*) in Making Healthy Functional Ice Milk. *Ismailia Journal of Dairy science & Technology*, 2, 1-6.
- Ersedo, TL. (2019). Chemical and Sensory Evaluations of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Bread enriched with pumpkin (*cucurbita maxima* l.) flour. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 9(1), 24-30.
- Ertop, MH., Kutluk, K., Çoşkun, K. & Canlı, S. (2016). Gıda endüstrisi yan ürünleri kullanımıyla cips üretimine yeni bir yaklaşım: zenginleştirilmiş gluten cipsi. *Akademik Gıda*, 14(4), 398-406.
- Fakhre, NA. & Ibrahim, B. (2014). Acrylamide in potato chips samples using different analytical techniques. *Advance in agriculture and biology*, 1(1), 50-53.
- FAO, (2019). Production quantities of Pumpkins, squash and gourds by country. Gıda ve Tarım Örgütü, Rome.
- Filiz, BE. (2015). Elma Cipsinin Bazı Kalite ve Antioksidan Özelliklerine Kurutma, Ambalajlama ve Depolamanın Etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Göncü, A. & Hayta, M. (2018). Rye and oat flour enriched baked wheat chips: bioactive and textural properties. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 10(1), 35-40.
- Gözükara, İÖ. (2013). Balkabağı Tozunun Fizikokimyasal ve Sorpsiyon Özellikleri Üzerine Kurutma Metotlarının Etkisi ve Balkabağı Tozunun Kek Üretiminde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Guiné, RPF. & Barroca, MJ. (2012). Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and greenpepper). *Food and Bioproducts Processing*, 90, 58–63.
- Hidaka, T., Anno, T. & Nakatsu, S. (1987). The composition and vitamin a value of the carotenoids of pumpkins of different colors. *Journal of Biochemistry*, 11(1), 59-68.

- Huanrong, L., Gulnurzi, Lu Yang. & Xiaojun, T. (2007). Study on the Processing Technology of Fried Pumpkin Chips. *College of Food Science*.
- Hussain, A., Kausar, T., Din, A., Murtaza, MA., Jamil, MA., Noreen, S., Rehman, H., Shabbir, H. & Ramzan, MA. (2021). Determination of total phenolic, flavonoid, carotenoid, and mineral contents in peel, flesh, and seeds of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *J Food Process Preserv.*, 45(6), 1-8.
- IFFJP, (1972). Determination of hydroxymethylfurfural (HMF). IFFJP Analyses No:12, 4 pp.
- James, CS. (1995). Analytical chemistry of foods. Publisher Blackie Academic and Professional, London, 176pp.
- Jesmin, AM., Ruhul, AM. & Chandra, MS. (2016). Effect of Pumpkin Powder on Physico-chemical Properties of Cake. *International Research Journal of Biological Sciences*, 5(4), 1-5.
- Jia, Y., Khalifa, I., Hu, L., Zhu, W., Li, J., Li, K. & Li, C. (2019). Influence of three different drying techniques on persimmon chips' characteristics: A comparison study among hot-air, combined hot-air-microwave, and vacuum-freeze drying techniques. *Food and Bioproducts Processing*, 118, 67-76.
- Joshi, A., Rudra, SG., Sagar, VR., Raigond, P., Dutt, S., Singh, B. & Singh, BP. (2016). Development of low fat potato chips through microwave processing. *Journal of food science and technology*, 53(8), 3296-3303.
- Jun, HI., Lee, CH., Song, GS. & Kim, YS. (2006). Characterization of the pectic polysaccharides from pumpkin peel. *Food Science and Technology*, 39(5), 554-561.
- Kaur, A., Singh, N. & Ezekie, R. (2008). Quality Parameters of Potato Chips from Different Potato Cultivars: Effect of Prior Storage and Frying Temperatures. *International Journal of Food Properties*, 11:4, 791-803.
- Kiharason, JW. & Isutsa, DK. (2019). Shelf-life of pumpkin fruit slices, flour and blended products. *International Journal of Food Science and Biotechnology*, 4(1), 14-25.
- Kim, MY., Kim, EJ., Kim, YN., Choi, C. & Le, BH. (2012). Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (*Cucurbitaceae*) species and parts, *Nutrition Research and Practice*, 6(1), 21-27.
- Kita, A., Lisinska, G. & Golubowska, G. (2007). The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato chips. *Food Chemistry*, 102, 1-5.
- Kızılkaya, R. & Aşkın, T. (2000). Tarım topraklarında ağır metal kirliliği ve çevre sağlığı üzerine etkileri. *Tarımsal Çevre ve Su Kirliliği Semineri*, 26-28 Eylül, Samsun.
- Krokida, MK., Oreopolou, V., Maroulis, ZB., & Marinos-Kouris, D. (2001). Deep fat frying of potato strips quality issues. *Drying Technology*, 19, 879-935.

- Lamberg, I., Hallstrom, B. & Olsson, H. (1990). Fat uptake in a potato drying/frying process. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 23, 295–300.
- Lee, CH., Cho, JK., Lee, SJ., Koh, W., Park, W. & Kim, CH. (2002). Enhancing β -carotene content in Asian noodles by adding pumpkin powder. *Cereal chemistry*, 79(4), 593-595.
- Lima, PM., Rubio, FT., Silva, MP., Pinho, LS., Kasemodel, MG., Favaro-Trindade, CS. & Dacanal, GC. (2019). Nutritional Value and Modelling of Carotenoids Extraction from Pumpkin (*Cucurbita Moschata*) Peel Flour By-Product. *International Journal of Food Engineering*, 15, 5-6.
- Mc Guire, RG. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, 27 (12), 1254-1255.
- Mehrjardi, PY., Tarzi, BG. & Bassiri, A. (2012). Developing vacuum fried pumpkin (*Cucurbita moschata* Dutch.) snack. *World Applied Sciences Journal*, 18(2), 214-220.
- Miao, YT., & Zhang, HJ, Zhang, LL., Wu, SJ., Sun, YJ., Shan, Y. & Yuan, Y. (2014). Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural formation in reconstituted potato chips during frying. *J Food Sci Technol*, 51(12), 4005–4011.
- Michalak, J., Czarnowska-Kujawska, M. & Gujska, E. (2019). Acrylamide and Thermal-Processing Indexes in Market-Purchased Food. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16(23), 4724.
- Monterio, RL., Moraes, JO., Domingos, JD., Carciofi, BAM. & Lauriondo, JB. (2020). Evolution of the physicochemical properties of oil-free sweet potato chips during microwave vacuum drying. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 63.
- Mottram, DS., Wedzicha, BL. & Dodson, AT. (2002). Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature*, 419(6906), 448-449.
- Murkovic, M., Mülleder, U. & Neunteufl, H. (2002). Carotenoid Content in Different Varieties of Pumpkins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(6), 633-638.
- NMKL, (2007). Trace elements - As, Cd, Hg, Pb and other elements. Determination by ICP-MS after pressure digestion. Nordic Committee on Food Analysis, No:186, Denmark.
- Ochoa-Martínez, LA., Castillo-Vázquez, K., de Dios Figueroa-Cárdenas, J., Morales-Castro, J. & Gallegos-Infante, JA. (2016). Quality evaluation of tortilla chips made with corn meal dough and cooked bean flour. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1).
- Ogolla, JA., Abong, GA., Okoth, MW., Kabira, JN., Imungi, JK. & Karanja, PN. (2015). Levels of Acrylamide in Commercial Potato Crisps Sold in Nairobi County, Kenya. *Journal of Food and Nutrition Research*, 3(8), 495-501.
- Paris, HS. (1989). Historical records, origins, and development of the edible cultivar groups of *Cucurbita pepo* (*Cucurbitaceae*). *Economic Botany*, 43(4), 423-443.

- Păucean, A. & Man, S. (2014). Physico-chemical and sensory evaluations of wheat bread with pumpkin (*Cucurbita maxima*) pulp incorporated. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 20(1), 26-32.
- Pedreschi, F. & Moyano, P. (2005). Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. *LWT - Food Science and Technology*, 38, 599–604.
- Pedreschi, F., Cortés, P. & Mariotti, MS. (2018). Potato crisps and snack foods. *Reference Module in Food Science*, 1–10.
- Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T. & Thepjaikat, T. (2006). Utilization of pumpkin powder in bakery products. *Songklanakarinn J. Sci. Technol.*, 28(1), 71-79.
- Powell, JJ. McNaughton, SA., Jugdaohsingh, R., Anderson SHC., Dear, J., Khot, F., Mowatt, L., Gleason, KL., Sykes, M., Thompson, RPH., Bolton-Smith, C., & Hodson MJ. (2005). A provisional database for the silicon content of foods in the United Kingdom. *British Journal of Nutrition*, 94, 804–812.
- Ptitchkina, NM., Novokreschonova, LV., Piskunova, GV. & Morris, ER. (1998). Large enhancements in loaf volume and organoleptic acceptability of wheat bread by small additions of pumpkin powder: possible role of acetylated pectin in stabilising gas-cell structure. *Food Hydrocolloids*, 12, 333-337.
- Rababah, TM., Al-Mahasneh, MA., Yang, W., Esoh, R., Alhamad, MN. & Al-U'datt, M. (2012). Optimizing the best concentration of additive flavors to corn chips by evaluating the physicochemical and sensory properties, *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(3), 225-231.
- Rakcejeva, T., Galoburda, R., Cude, L. & Strautniece, E. (2011). Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science*, 1, 441-447.
- Rimac-Brcic, S., Lelas, V., Rade, D., & Simundic, B. (2004). Decreasing of oilabsorption in potato strips during deep fat frying. *Journal of Food Engineering*, 64, 237–241.
- Rojo, FJ. & Vincent, JFV. (2008). Fracture properties of potato crisps. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 752–760.
- Rubnov, M. & Saguy, IS. (1997). Fractal analysis and crust water diffusivity of a restructured potato product during deep-fat frying. *Journal of Food Science*, 62, 135–137, 154.
- Salunkhe, DK. & Kadam, SS. (1998). Handbook of vegetable science and technology. Markel Dekker, New York.
- Salvador, A., Varela, P. & Fiszman, S. (2009). Understanding potato chips crispy texture by simultaneous fracture and acoustic measurements, and sensory analysis. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 763–767.
- See, EF., Wan Nadiyah, WA. & Noor Aziah, AA. (2007). Physico-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. *Asean Food Journal*, 14(2), 123-130.

- Şensoy, S., Büyükalaca, S. & Abak, K. (2007). Evaluation of genetic diversity in Turkish melons (*Cucumis melo L.*) based on phenotypic characters and RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(6), 1351-1365.
- Shivkumar, S. (2012). Texture comparison in chips in various environments through mechanical property estimation. *Worcester Polytechnic Institute*.
- Şimşek, A., Artık, N. & Konar, N. (2017). Phenolic profile of meals obtained from defatted hazelnut (*Corylus Avellana L.*) varieties. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research*, 6(1), 7-12.
- Singleton, VL. & Rossi, JAJr. (1965). Colorimetry of total phenolics with phophomolybdic-phosphotungustic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 6, 144-158.
- Soto, M., Dhuique-Mayer, C., Servent, A., Jiménez, N., Vaillant, F. & Achir, N. (2020). A kinetic study of carotenoid degradation during storage of papaya chips obtained by vacuum frying with saturated and unsaturated oils. *Food Research International*, 128, 108737.
- Souci, S.W., Fachmann, W. & Kraut, H. (2000). Food Composition and Nutrition Tables. Medpharm GmbH Scientific Publishers, BirkenwaldstraBe 44, D70191 Stuttgart, Germany.
- Sulaeman, A., Keeler, L., Giraud, DW., Taylor, SL. & Driskell, JA. (2003). Changes in carotenoid, physicochemical and sensory values of deep-fried carrot chips during storage. *International journal of food science & technology*, 38(5), 603-613.
- Taşkırdı, Y. (2011). Karabuğday ile Zenginleştirilmiş Buğday Cipslerinin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Trisnawati, W. (2017). Physicochemical Characteristics and Sensory Quality of Simulated Chips of Bran-Yellow Pumpkins with Variation of Drying and Frying Methods. *Food Science and Quality Management*, 62, 35-42.
- Trono, D. (2019). Carotenoids in Cereal Food Crops: Composition and Retention throughout Grain Storage and Food Processing. *Plants*, 8(12), 551.
- TSE, (2011), Patates Cipsi Standardı, TS 3628, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TÜİK, (2019). Bitkisel Üretim İstatistikleri 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- USDA, (2019). U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, Agricultural Research Service. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168448/nutrients> (Erişim Tarihi:6.08.2021).
- Vural, H., Esiyok, D. & Duman, E. (2000). Proteintür sebzeleri. Ege Üniversitesi, Ziraat Faproteintesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Wenzl, T., Beatriz de la Calle, M. & Anklam, E. (2003). Analytical methods for the determination of acrylamide in food products: a review. *Food Additives and Contaminants*, 20(10), 885–902.
- WHO, (2018). Healthy diet. Dünya Sağlık Örgütü, İsviçre.

- Xanthopoulou, MN., Nomikos, T., Fragopoulou, E. & Antonopoulou, S. (2009). Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *Food Research International*, 42, 641–646.
- Xu, S. & Kerr, LW. (2012). Comparative study of physical and sensory properties of corn chips made by continuous vacuum drying and deep fat frying. *Food Science and Technology*, 48(1), 96-101.
- Yadav, M., Jain, S., Tomar, R., Prasad, GBKS. & Yadav, H. (2010). Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review. *Nutrition Research Reviews*, 23, 184–190.
- Yüksel, F. (2014). Bayat Ekmeğin Kızartılmış Buğday ve Mısır Cipsinde Kullanımı. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Yüksel, F., Karaman, S. & Kayacier, A. (2014). Enrichment of wheat chips with omega-3 fatty acid by flaxseed addition: Textural and some physicochemical properties. *Food Chemistry*, 145, 910-917.

EKLER

EK 1: Duyusal Değerlendirmede Kullanılan Puanlama Testi

PUANLAMA TESTİ																	
Panelistin adı-soyadı:														Tarih: .../.../2021			
Ürün :														Saat:			
Açıklama: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen kodlu Kabak Cipsi örnekleri ayrı ayrı 9 puan üzerinden değerlendiriniz. Teşekkür ederiz																	
Kalite Kriterleri		PUANLAMA					ÖRNEK KODU ve VERİLEN PUAN										
		1...	...3...	...5...	...7...	...9	1F	1M	1Y	2F	2M	2Y	3F	3M	3Y	4F	4M
Renk		Kabul edilemez (kahverengi)	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi (Sarı-Turuncu-Kırmızı)											
Koku		Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi											
Tekstür	Sertlik (Ağızdaki his)	Çok sert ve pürüzlü (Kabul edilemez)	Sert	Orta sert	İyi	Yumuşak ve dağılan yapı (Kabul edilebilir)											
	Kırılganlık- gevreklik (crispiness)	Çok yumuşak	Orta sert	Sert	İyi	Çok iyi											
	Dolgu materyalinin Ağızda erime durumu	Çok hızlı (Kabul edilemez)	Hızlı	Orta yavaş	Yavaş	Çok yavaş (Kabul edilebilir)											
	Yağlılık	Çok yağlı	Yağlı	Orta	İyi	Çok iyi											
Tat ve Aroma	Katkı maddesi ile cipsin uyumu (un-fındık-kabak-şeker)	Çok kötü (Hissedilmeyen)	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi (Hissedilir ve dengeli kabak-fındık-un-şeker tadı-Aromatik)											
	Yabancı tat ve Aroma	Çok kötü (Çok Kuvvetli Hissedilir)	Kötü (Kuvvetli Hissedilir)	Orta (Hissedilir)	İyi (Çok hafif Hissedilir)	Çok İyi (Farkedilmiyor)											
Genel Kabul edilebilirlik		Kabul edilemez Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi											
Belirtmek istediğiniz diğer hususlar:																	

EK 2: Farklı Formülasyonla Hazırlanmış Balkabağı Cipslerinin Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Ait Korelasyon Değerleri (n=36)

	Rutubet	Kül	Yağ	Protein	HMF	TFM	DPPH-RSA	TEAC	T.Karotenoid	Akrilamid	Sertlik	Kırılgenlik	L* değeri	a* değeri
Kül	0.616 ^r													
	0.000**													
Yağ	-0.748	-0.452												
	0.000**	0.006**												
Protein	0.596	0.410	-0.793											
	0.000**	0.013*	0.000**											
HMF	0.393	0.329	-0.254	0.429										
	0.018*	0.050*	0.135	0.009**										
TFM	0.266	0.430	0.213	-0.422	-0.005									
	0.116	0.009**	0.213	0.010**	0.975									
DPPH-RSA	-0.054	-0.156	0.261	-0.403	-0.276	0.333								
	0.753	0.363	0.124	0.015*	0.103	0.047*								
TEAC	-0.145	0.026	0.389	-0.488	-0.279	0.373	0.662							
	0.399	0.882	0.019*	0.003**	0.100	0.025*	0.000**							
T. Karotenoid	0.456	0.622	-0.611	0.349	-0.079	0.204	-0.215	-0.141						
	0.005**	0.000**	0.000**	0.037*	0.646	0.232	0.208	0.412						
Akrilamid	0.556	0.100	-0.522	0.536	0.474	-0.091	0.138	-0.181	0.158					
	0.000**	0.561	0.001**	0.001**	0.004**	0.599	0.423	0.290	0.357					
Sertlik	-0.113	-0.443	-0.174	0.384	0.222	-0.805	-0.398	-0.402	-0.354	0.197				
	0.510	0.000**	0.310	0.021*	0.193	0.000**	0.016*	0.015*	0.034*	0.249				
Kırılgenlik	0.118	0.556	0.001	-0.126	-0.335	0.587	0.165	0.299	0.573	-0.269	-0.802			
	0.491	0.005**	0.995	0.463	0.046*	0.000**	0.338	0.076	0.000**	0.112	0.000**			
L* değeri	-0.163	0.258	-0.054	0.000	-0.241	0.027	-0.230	-0.224	0.364	-0.324	-0.124	0.458		
	0.341	0.129	0.753	0.999	0.157	0.874	0.177	0.190	0.029*	0.054	0.471	0.005**		
a* değeri	-0.883	-0.633	0.878	-0.748	-0.440	-0.030	0.209	0.295	-0.623	-0.609	-0.086	-0.058	0.031	
	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.007**	0.863	0.220	0.081	0.000**	0.000**	0.618	0.738	0.857	
b* değeri	-0.504	0.020	0.216	-0.169	-0.354	-0.133	-0.219	-0.083	0.102	-0.601	-0.054	0.361	0.868	0.394
	0.002**	0.909	0.206	0.325	0.034*	0.439	0.200	0.631	0.555	0.000**	0.756	0.031*	0.000**	0.017*

r = korelasyon katsayısı, * p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı Mehmet ÇAVUŞ
Doğum Yeri
Doğum Tarihi
Uyruğu T.C.
Telefon
E-Posta Adresi

Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite Ordu Üniversitesi
Fakülte Ziraat Fakültesi
Bölümü Gıda Mühendisliği
Mezuniyet Yılı 13.06.2018

Yüksek Lisans

Üniversite Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi 18.10.2021