T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

FIRINLANMIŞ VE KIZARTILMIŞ KIRMIZI MERCİMEK CİPSİ ÜRETİM ŞARTLARININ OPTİMİZE EDİLEREK FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Proje No: **FYL-2017-7047**

Yüksek Lisans Tez Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ
Gıda Mühendisliği ABD

Araştırmacının Adı Soyadı
Selin BABACAN
Gıda Mühendisliği

EYLÜL 2017
KAYSERİ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince deneyim ve bilgileri ile bana yol gösteren, hiçbir konuda desteğini esirgemeyen ve danışmanlığında çalışmaktan mutlu olduğum değerli hocam Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ' ye, laboratuvar çalışmamın başlangıcından itibaren yardımlarını esirgemeyen Kimyager Bekir HÜROĞLU' na, Kutlu ÇEVİK' e, Mehmet HORZUM' a, Arş. Gör. Hamza ALAŞALVAR' a ve Arş. Gör. Elif Meltem EREN' e, lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince üzerimde emeği olan, her türlü olanağı sağlayan ve hiçbir konuda yardımını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine teşekkür ederim. Bütün hayatım boyunca yanımda olup, bana her zaman manevi destek veren annem Sema BABACAN ve babam Ahmet BABACAN' a en içten teşekkürlerimi sunarım. Bu tez çalışmasına maddi destek veren Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinasyon Birimi' ne (Proje No: FYL-2017-7047) ve BİDEB 2210-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında beni maddi olarak destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu' na teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

FIRINLANMIŞ VE KIZARTILMIŞ KIRMIZI MERCİMEK CİPSİ ÜRETİM ŞARTLARININ OPTİMİZE EDİLEREK FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Sayfa

TEŞEKKÜR 3

TABLOLAR LİSTESİ 8

ŞEKİLLER LİSTESİ 11

ÖZET 14

ABSTRACT 15

GİRİŞ 16

1.BÖLÜM 18

GENEL BİLGİLER 18

1.1. Cips 18

1.1.1. Cips tüketimi ve sağlık ilişkisi 19

1.2. Mercimek 21

1.2.1. Mercimeğin beslenme ve sağlık üzerine etkileri 22

1.3. Fonksiyonel gıdalar 24

1.4. Fenolik bileşikler ve antioksidan maddeler 24

1.5. Yüzey-yanıt yöntemi 25

2.BÖLÜM 27

MATERYAL VE YÖNTEM 27

2.1. Materyal 27

2.2. Yöntem 27

2.2.1. Cips üretimi 27

2.2.2. Yüzey-yanıt yöntemi ile deneme deseninin oluşturulması 28

2.2.3. Cipslerde yapılan analizler 28

2.2.3.1. Kuru madde 29

2.2.3.2. Kül 29

2.2.3.3. Protein 30

2.2.3.4. Yağ 30
2.2.3.5. Renk 30
2.2.3.6. Toplam fenolik madde ve aktioksidan kapasite 31
2.2.3.6.1. Toplam fenolik madde 31
2.2.3.6.2. Aktioksidan kapasite 31
2.2.3.7. Tekstür 32
2.2.3.8. Hidroksi metil furfural (HMF) 32
2.2.3.9. Enzime dirençli nişasta (EDN) 32
2.2.3.10. Duyusal analiz 33
2.2.3.11. Diyet lif 33
2.2.3.12. İstatistiksel analiz ve optimizasyon 34
2.2.4. Depolama stabilitelerinin belirlenmesi 34
3.BÖLÜM 37
BULGULAR 37
3.1. Cips üretiminde kullanılan hammaddelerin analizleri 37
3.2. Fırınlanarak üretilen cipsler 38
3.2.1. Kuru madde miktarı 38
3.2.2. Kül miktarı 40
3.2.3. Protein miktarı 41
3.2.4. Renk analizi 43
3.2.4.1. L* değeri 43
3.2.4.2. a* değeri 45
3.2.4.3. b* değeri 46
3.2.5. Fırınlanmış cips örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteleri 48
3.2.5.1. Toplam fenolik madde miktarı 49
3.2.5.2. Antioksidan kapasite 51
3.2.6. Tekstür analizi 53
3.2.7. Hidroksi metil furfural (HMF) miktarı 55
3.2.8. Enzime dirençli nişasta (EDN) miktarı 57
3.2.9. Duyusal analiz 59

3.2.7.1. Renk 60
3.2.7.2. Koku 62
3.2.7.3. Lezzet 63
3.2.7.4. Gevreklik 65
3.2.7.5. Genel beğeni 66
3.3. Kızartılarak üretilen cipsler 68
3.3.1. Kuru madde miktarı 68
3.3.2. Kül miktarı 70
3.3.3. Protein miktarı 72
3.3.4. Yağ miktarı 73
3.3.5. Renk analizi 75
3.3.5.1. L* değeri 75
3.3.5.2. a* değeri 77
3.3.5.3. b* değeri 78
3.3.6. Kızartılmış cips örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteleri 80
3.3.6.1. Toplam fenolik madde miktarı 80
3.3.6.2. Antioksidan kapasite 82
3.3.7. Tekstür analizi 84
3.3.8. Hidroksi metil furfural (HMF) miktarı 86
3.3.9. Enzime dirençli nişasta (EDN) miktarı 88
3.3.10. Duyusal analiz 90
3.2.8.1. Renk 91
3.3.8.2. Koku 93
3.3.8.3. Lezzet 94
3.3.8.4. Gevreklik 96
3.3.8.5. Genel beğeni 97
3.4. Optimize formülasyonla üretilen cips örneklerinin analiz sonuçları 99
4.BÖLÜM 102
TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER 102
4.1. Tartışma-Sonuç 102

4.2. Çalışma sonucunda elde edilen bazı önemli bulgular 115
KAYNAKLAR.....117
EKLER 126

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Patates ve mısır cipslerinin bazı özellikleri 19

Tablo 1.2. Cipslerin bileşim unsurları ve enerji miktarları 20

Tablo 1.3. Bazı baklagillerin fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri.....23

Tablo 2.1. Fırınlanmış ve kızartılmış cipsler için deneme deseni örneği.....28

Tablo 2.2. Fırınlanarak üretilen cips örnekleri için hedef parametreler 35

Tablo 2.3. Kızartılarak üretilen cips örnekleri için hedef parametreler 36

Tablo 3.1.Cips formülasyonunda kullanılan mercimek ve un karışımının bazı fizikokimyasal, biyoaktif özellikleri ve renk parametreleri.....37

Tablo 3.2. Fırınlanmış cipslerin kuru madde, kül ve protein değerleri 38

Tablo 3.3. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 39

Tablo 3.4. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kül miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları....40

Tablo 3.5. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin protein değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları42

Tablo 3.6. Fırınlanmış cips örneklerinin *L**, *a** ve *b** değerleri 43

Tablo 3.7. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *L** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 44

Tablo 3.8. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *a** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.....46

Tablo 3.9. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *b** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.....47

Tablo 3.10.Fırınlanmış cipslerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri48

Tablo 3.11.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 50

Tablo 3.12.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin antioksidan kapasite değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 52

Tablo 3.13.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.54

Tablo 3.14. Fırınlanmış cips örneklerinin HMF miktarları.....56

Tablo 3.15.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık vsüresinin cips örneklerinin HMF miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 56

Tablo 3.16. Fırınlanmış cips örneklerinin EDN miktarları 58

Tablo 3.17.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.58

Tablo 3.18. Fırınlanan cipslerin duyusal analiz sonuçları.....60

Tablo 3.19.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin renk değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları ...61

Tablo 3.20.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin koku değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları...62

Tablo 3.21.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin lezzet değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları .64

Tablo 3.22.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin gevreklik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları66

Tablo 3.23.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin genel beğeni değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 67

Tablo 3.24. Kızartılmış cips örneklerinin kuru madde, kül, protein ve yağ miktarları ...69

Tablo 3.25.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 69

Tablo 3.26.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kül miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları....71

Tablo 3.27.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin protein miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları72

Tablo 3.28.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin yağ miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları ...74

Tablo 3.29. Kızartılmış cips örneklerinin *L**, *a**, *b** değerleri 75

Tablo 3.30.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *L** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 76

Tablo 3.31.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *a** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.....77

Tablo 3.32.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *b** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.....79

Tablo 3.33.Kızartılmış cipslerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri80

Tablo 3.34.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 81

Tablo 3.35.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin antioksidan kapasite değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 83

Tablo 3.36.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.85

Tablo 3.37. Kızartılmış cips örneklerinin HMF miktarları 87

Tablo 3.38.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin HMF miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 87

Tablo 3.39. Kızartılmış cips örneklerinin EDN miktarları.....89

Tablo 3.40.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları.89

Tablo 3.41. Kızartılmış cipslerin duyusal analiz sonuçları 91

Tablo 3.42.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin renk değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları ...92

Tablo 3.43.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin koku değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları...93

Tablo 3.44.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin lezzet değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları .95

Tablo 3.45.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin gevreklik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları96

Tablo 3.46.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin genel beğeni değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları 98

Tablo 3.47. Optimizasyon sonucu üretilen örneklerin toplam diyet lif miktarları 100

Tablo 3.48.Optimize formülasyonla fırınlanmış cips örneklerinin depolama analiz sonuçları 100

Tablo 3.49.Optimize formülasyonla kızartılmış cips örneklerinin depolama analiz sonuçları 100

Tablo 3.50.Optimize formülasyonla üretilen depolanmış örneklerin renk değerlerinin depolama analiz sonuçları 101

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Farklı renkteki mercimekler.....21

Şekil 1.2. Mercimek üretiminin bölgelere göre dağılımı 22

Şekil 3.1. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 39

Şekil 3.2. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kül miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 41

Şekil 3.3. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin protein miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 42

Şekil 3.4. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *L** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....45

Şekil 3.5. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *a** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....46

Şekil 3.6. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *b** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....48

Şekil 3.7. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....50

Şekil 3.8. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam antioksidan kapasite değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....52

Şekil 3.9. Fırınlanmış cips örneklerinin sertlik değerleri 53

Şekil 3.10.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....54

Şekil 3.11.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin HMF miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....57

Şekil 3.12.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 59

Şekil 3.13.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin renk değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....61

Şekil 3.14.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin koku değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....63

Şekil 3.15.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin lezzet değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 64

Şekil 3.16.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin gevreklik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....66

Şekil 3.17.Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin genel beğeni değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.67

Şekil 3.18. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 70

Şekil 3.19. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kül miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 71

Şekil 3.20. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin protein miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....73

Şekil 3.21. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin yağ miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....74

Şekil 3.22. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *L** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....76

Şekil 3.23. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *a** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....78

Şekil 3.24. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *b** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....79

Şekil 3.25. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....82

Şekil 3.26. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin antioksidan kapasite miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 83

Şekil 3.27. Kızartılmış cips örneklerinin sertlik değerleri.....84

Şekil 3.28. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....85

Şekil 3.29. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin HMF miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....88

Şekil 3.30. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 90

Şekil 3.31. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin renk değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....92

Şekil 3.32. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin koku değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....94

Şekil 3.33. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin lezzet değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi 95

Şekil 3.34. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin gevreklik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.....97

Şekil 3.35. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin genel beğeni değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi.98

Şekil 3.36. Optimize formülasyonla üretilen cips örnekleri.....101

Şekil 3.37. Modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenen cipsler.....101

FIRINLANMIŞ VE KIZARTILMIŞ KIRMIZI MERCİMEK CİPSİ ÜRETİM ŞARTLARININ OPTİMİZE EDİLEREK FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Selin BABACAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2017
Danışman: Doç.Dr. Lütfiye EKİCİ

ÖZET

Bu çalışmada; kırmızı mercimek unu cips formülasyonuna ilave edilmiş ve cipsler fırınlanarak ve kızartılarak üretilmiştir. Yüzey-yanıt metodu kullanılarak ilave edilecek mercimek oranı, fırınlama ve kızartma yöntemleri için pişirme sıcaklığı ve süre değerleri optimize edilmiştir. Belirlenen deneme noktalarında üretilen cips örneklerinin fizikokimyasal (kuru madde, kül, protein ve yağ miktarları) ve bazı biyoaktif özellikleri (toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri), renk parametreleri, duyusal ve tekstürel özellikleri, hidroksimetil furfural, enzime dirençli nişasta miktarları belirlenmiştir. Her bir deneme noktasındaki farklı parametrelerin (mercimek unu oranı, pişirme için uygulanan yöntemin sıcaklık ve süresi) bu özellikler üzerine etkileri tespit edilmiştir. Hedef parametrelere göre yapılan optimizasyon sonucunda 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 pişirilmiş cipslerin en uygun model olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen noktalardaki örnekler üretilerek 60 gün süreyle modifiye atmosfer yöntemi ile paketlenip depolanmıştır. Depolanan örnekler 20 °C'de muhafaza edilerek, 0., 15., 30. ve 60. günlerde örnek alınarak belirlenen analizler yapılmıştır. Depolama aşamasında elde edilen sonuçlar, üretilen cipslerin depolamaya uygun olduğunu, özelliklerini yitirmeden depolanabileceğini göstermektedir. Cips formülasyonuna ilave edilen mercimek unlarının, örneklerin biyoaktif özelliklerini, protein içeriğini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: cips, kırmızı mercimek, biyoaktivite, enzime dirençli nişasta, yüzey-yanıt yöntemi, optimizasyon

DETERMINATION OF PHYSICOHEMICAL, SENSORY AND BIOACTIVE PROPERTIES BY OPTIMIZING PRODUCTION CONDITIONS OF BAKED AND FRIED RED LENTIL CHIPS

Selin BABACAN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
M.Sc. Thesis, September 2017
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Lütfiye EKİCİ

ABSTRACT

In this study; red lentil flour were added to chips formulation and the chips were baked and fried. The red lentil amount to be added by using the response-surface method, baking temperature and time for baking and frying methods were optimized. Physicochemical (dry matter, ash, protein and fat amounts) and some bioactive properties (total phenolic content and antioxidant capacities), color parameters, sensory and textural properties, hidroxymethyl furfural, and enzyme resistant starch quantities in products optimized were determined. The effects of different parameters (lentil flour ratio, temperature and duration of cooking method) on each of these properties were determined at each experimental test point. According to the target parameters, it was determined that the chips which are baked for 40 seconds at 170 °C with 50% lentil flour for fried chips and 50% with lentil flour for fried chips are baked for 40 seconds. Samples at specified points were packaged by modified atmosphere method and stored for 60 days. The samples were stored at 20 °C and analyzed at 0, 15, 30 and 60 days. According to the results obtained, the chips are suitable for storage and can be stored without losing their properties. The bioactive values of the stored samples showed a slight decrease during storage. The results obtained at the storage stage indicate that the chips are suitable for storage and can be stored without losing their properties. The addition of lentil flour to the chips formulation has resulted in a positive effect on the bioactive properties and protein content of the samples.

Keywords: chips, red lentil, bioactivity, enzyme resistant starch, response surface methodology, optimization

GİRİŞ

Günümüzde yaşam tarzının değişmesi ve teknolojik gelişmeler ile birlikte insanların beslenme alışkanlıkları da değişmektedir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de yoğun çalışma temposunda olan insanlar çerez tipi atıştırmalık gıdaları öğün aralarında açlığını bastırmak için tüketmektedir. Çerez tipi gıdalar içerisinde en yaygın tüketilenler mısır ve patates cipsleridir. Cipslerde temel hammadde olarak genellikle patates, mısır, bitkisel yağ ve tuzun yanı sıra bazı cips türlerinde aroma maddeleri, antioksidanlar, lezzet artırıcılar, antimikrobiyal maddeler ve emülgatörler de kullanılmaktadır [1].

Cips, çok severek tüketilen atıştırmalıkların başında gelmektedir. Ancak mısır ve patates cipslerinin yüksek oranlarda karbonhidrat ve yağ içermesine bağlı olarak kalori değerleri ve glisemik indeksleri de yüksektir. Bu nedenle özellikle sağlık ve gıda konularında bilinçli tüketicilerin sayısının arttığı günümüzde, sağlıksız gıdalar olarak nitelendirilmekte ve çok tercih edilmemektedir. Nitekim yapılan çalışmalar sonucunda yüksek miktarlarda çerez gıda tüketiminin kalp damar hastalıkları, karaciğer rahatsızlıkları ve kısırlık gibi farklı sağlık problemlerine sebep olabileceği saptanmıştır. Ayrıca çerez gıdaları fazla tüketen bireylerde obezite riskinin yüksek olduğu da bilinmektedir. Ülkemizde kişi başına tüketilen cips miktarı 2004'te yıllık 400 g iken, 2013'te bu miktar 1 kg'a kadar yükselmiştir. Tüketiminde dikkatli olunması gerektiği uzmanlar tarafından sık sık gündeme getirilen bu ürünlerin formülasyonlarında yapılacak bir takım değişikliklerle bahsedilen sağlık risklerinin azaltılabileceği ve hatta bilinçli tüketicilerin diyetinde dahi yer alabilecek fonksiyonellik kazandırılmış ürünler olabileceği düşünülmektedir [2]. Besleyici özelliklerinin ötesinde sağlığımıza olumlu katkıları olan besinler fonksiyonel gıdalar kapsamında değerlendirilmektedir [3]. Fonksiyonel besinler hiçbir işleme maruz kalmamış doğal bir besin maddesi olabileceği gibi fonksiyonel katkılarla zenginleştirilmiş de olabilmektedir [4].

Günümüzde cips endüstrisinde ürün çeşitliliğini arttırılması ve cipslere fonksiyonel özellik kazandırılması amaçlanmaktır. Bu amaçla dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilen baklagiller dikkat çekmektedir. Ülkemizde genellikle yemeği yapılarak tüketilen başlıca baklagiller fasulye, bakla, nohut, mercimek, bezelye, soya ve börülcedir [5]. Baklagiller yüksek oranda protein içermelerinin yanı sıra karbonhidrat, mineral, B vitaminleri ve lisin açısından da zengindirler. Ayrıca düşük miktarda sülfürlü aminoasit ve triptofan içermektedirler. Tahıllar ise düşük miktarda lisin, yüksek miktarda sülfürlü aminoasit içeriğine sahiptir. Bu nedenle baklagiller ve tahıllar beraber tüketildiklerinde aminoasit dağılımı açısından birbirlerini tamamlayarak, dengeli bir aminoasit profili sergilemektedir [6].

Baklagillerde bulunan diyet lifi de önemli bir fonksiyonel gıda ingrediyenti olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca baklagiller doğal antioksidanlar olarak bilinen birçok fenolik maddeyi de içermektedirler. Baklagiller içerisinde en yüksek fenolik madde içeriğinin mercimekte olduğu bilinmektedir [7].

Bu bilgiler doğrultusunda cipslere fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla cips formülasyonlarına mercimek unu ilave edilmiştir. Mercimek besinsel açıdan oldukça zengin bir baklagil olup, 1 g yeşil mercimekte 0.37 g karbonhidrat, 0.23 g protein, 0.26 g lif; kırmızı mercimeğin 1 gramında ise 0.42 g karbonhidrat, 0.26 g protein ve 0.19 g lif bulunmaktadır. Mercimeğin yüksek protein ve lif içeriğiyle dikkat çektiği görülmektedir. Üretimi planlanan mercimekle zenginleştirilen cipslerin, piyasada bulunan cipslere alternatif olabileceği, bu lezzetli ve aynı zamanda da besleyici cipslerin özellikle çocuklar tarafından severek tüketileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışma, mercimek unu ilavesi ile cips üretiminde optimum proses için (en uygun konsantrasyon ve pişirme koşulları; fırınlama ve kızartma için sıcaklık-süre kombinasyonu) en iyi üretim şartlarını yanıt-yüzey yöntemi ile tespit etme olanağı sunmaktadır. Böylece sağlıklı alternatif atıştırmalık bir cips formülasyonu ortaya çıkarılabildiği düşünülmektedir. Kalorisi yüksek cipsler yerine mercimek ile zenginleştirilmiş atıştırmalıkların özellikle çocuklar için sağlıklı ve besleyici bir alternatif olabileceği değerlendirilmektedir.

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Cips

Çerez gıdalar, hafif ve kolay taşınabilen, ambalajından çıkarıldıktan sonra hemen tüketilebilen, uzun raf ömrüne sahip ve depolamaya uygun olan gıdalar olarak tanımlanabilirler [8]. Çerez tipi gıdalar içerisinde patates ve mısır cipsleri, bisküviler, krakerler ve kahvaltılık tahıl ürünleri yer almaktadır. Bunların içerisinde en yaygın tüketilenler mısır ve patates cipsleridir. Cipslerde temel hammadde olarak patates, mısır, bitkisel yağ ve tuzun yanı sıra bazı cips türlerinde katkı maddesi olarak aroma maddeleri, antioksidanlar, lezzet artırıcılar, antimikrobiyal maddeler ve emülgatörler kullanılmaktadır [1].

Cips denildiğinde akla ilk gelen patates cipsleridir. 1850'li yıllardan günümüze kadar uzanan patates cipsleri; George Crum isimli aşçının müşterisinin kalın bulduğu patatesleri çok ince dilimler halinde kızartmasıyla tesadüfen bulunmuştur [9].

Patates cipsi; kuru maddeye göre indirgen şeker miktarı %2'den daha az olan sağlam patateslerden soyulduktan sonra ince bir şekilde dilimlenip bir bitkisel yağ ile kızartılmış, sade veya katkı maddesi ilave edilmiş bir gıda maddesidir. Patates cipslerinde kullanılan çeşni maddeleri, elde edilecek cipsin çeşidine göre biber, peynir, soğan, sarımsak gibi aroma ve lezzet verici maddelerdir. Patates cipsleri, çeşni maddesi ihtiva edip etmediğine göre sade, kırmızıbiberli, peynirli, soğanlı gibi çeşitlere ayrılmaktadır [10].

Mısır cipsi ise; mısırın tekniğine göre fırınlanıp su ilavesi ile hamur haline
getirilmesi ve şekil verildikten sonra yemeklik özellikteki yağda kızartılması sonucu elde edilen, tuz, katkı ve çeşni maddelerinden bazıları ilave edilmiş atıştırmalık ürünlerdir. Mısır cipslerinde çeşni maddesi olarak, çeşitli sebzeler, baharatlar, biber peynir gibi maddeler kullanılmaktadır. Mısır cipsleri çeşni maddesi ihtiva edip etmediğine göre sade, peynirli, baharatlı ve sebzeli gibi çeşitlere ayrılmaktadır. Türk Standartları Enstitüsü'ne göre patates ve mısır cipslerinin bazı özellikleri Tablo 1.1'de verilmiştir. Cipslerin rengi kendine has sarı, koyu sarı görünüşte olmalı, kızarmamış veya yanık olmamalı, kirlenmiş, küflü, kurtlu, böcek ve zararlılarca yenmiş olmamalıdır [11].

Tablo 1.1. Patates ve mısır cipslerinin bazı özellikleri [11]

	Patates Cipsi (en fazla)	**Mısır Cipsi (en fazla)**
Nem	%3.5	%3.5
Yağ	%40	%40
Tuz	%2	%2
Kusurlu cips miktarı	%5	%5
Kırılmış cips miktarı	%15	%15

Amerika ve İngiltere gibi bazı ülkelerde cipslerin alternatif çeşitleri olmasına karşın ülkemizde çeşitlilik sınırlıdır. Değişen hayat şartları ve tüketime hazır olması sebebiyle cipsler günümüzde dünyanın her bölgesinde severek tüketilmektedir. Cips tüketimindeki talep çerez gıda üretimine olan ilgiyi arttırmış ve bu konuda yapılan Ar-Ge faaliyetlerinin de yaygınlaşmasını sağlamıştır [12]. Yapılan literatür taramalarında cipslerin karabuğday [13], yulaf ve çavdar unu [14], üzüm çekirdeği [15], üzüm posası tozu [16] ve keten tohumu [17] gibi çok farklı materyallerin ilavesi ile zenginleştirildiği belirlenmiştir. Ayrıca bazı baklagillerin de atıştırmalık çerez gibi ürünlere fonksiyonel özellik vermek için katkılandığı belirlenmiştir. Örneğin, Kayacıer *et al.* [18] yaptıkları çalışmada nohut, bezelye ve soya unu ile katkılanmış buğday cipsi üretmişlerdir. Belirlenen deneme desenine göre üretilmiş cipslerin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada en iyi tekstüre sahip ve en beğenilen duyusal özelliklere sahip olan cipsin nohut unu ile katkılanmış cipler olarak belirlenmiştir. Ayrıca soya unu ilaveli ciplerin protein oranının yüksek bulunduğu saptanmıştır. Rababah *et al.* [19] yaptığı çalışmada ise mısır cipsleri bakla ve nohut unu ile zenginleştirilerek fizikokimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Üretilen ciplerin protein oranları artmakla birlikte, uygun cips dokusu sağlanamadığı için duyusal olarak beğenilmediği bulgulanmıştır. Bir diğer çalışmada ise Quintero-Feuntes *et al.* [20] mısır cipslerini pirinç ve sorgum unuyla zenginleştirilmiştir. Cipsler fırınlanarak pişirilmiş ve cipsin tekstürel yapısı oldukça sert bulunmuştur. Bu nedenle kabul edilebilir bir ürün elde edilemediği aktarılmaktadır.

1.1.1. Cips tüketimi ve sağlık ilişkisi

Cipsler yediden yetmişe herkesin severek tükettiği bir ürün olmasına rağmen sağlık açısından bir takım olumsuz özelliklere de sahiptir. Ülkemizde kişi başına tüketilen cips miktarı 2004'te

yıllık 400 gram iken 2013'te bu miktarın yıllık 1 kg'a kadar çıktığı ve bu tüketime paralel olarak da cips pazarının 60 milyar doları geçtiği belirtilmektedir [21].

Patates ve mısır cipslerinin 100 g'ının tüketilmesiyle alınan enerjinin bileşim unsurları Tablo 1.2'de verilmiş olup, değerler cipsten kazanılan enerjinin özellikle yağdan kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Cipslerin içeriğindeki yüksek yağ oranı, kızartma sonucu oluşan bileşikler ve yüksek tuz oranı olumsuz özellikleri olarak değerlendirilmektedir. Bu sayılan olumsuz özelliklerden dolayı cipsler sağlık sorunlarına neden olabilme potansiyeline sahiptirler. Bütün bu sebeplerden dolayı günümüzde çalışmalar fonksiyonel özellik kazandırılmış cipsler üzerinde yoğunlaşmaktadır [22].

Tablo 1.2. Cipslerin bileşim unsurları (g/100g) ve enerji miktarları (kcal) [22]

Kaynak	**Patates cipsi**	**Mısır cipsi**
Karbonhidrat	7.75	56.9
Yağ	0.91	33.4
Protein	55.39	6.6
Lif	0.93	4.9
Enerji değeri	532	539

Fonksiyonel özellik kazandırılmış yeni cips ürünlerinin geliştirilmesi; genç, yaşlı, hamile ve sporcular gibi besin öğesi gereksinimleri artmış olan bireylerin beslenmesinde de değerlendirilebilecektir. Yağ oranı düşürülürken lif oranı yükseltilen daha besleyici cipsler kalp damar hastalarından, diyabet hastalarına ve büyüme çağındaki çocuklara kadar çok farklı yaş grupları tarafından biraz daha rahat bir şekilde tüketilebilecektir [2].

Derin yağda kızartma işlemi ile kızartma sıcaklığına bağlı olarak cipslerde akrilamid maddesi oluşabilmektedir. Akrilamid özellikle karbonhidratça zengin gıdaların yüksek sıcaklıklarda pişirilmeleri sonucunda oluşan Dünya Sağlık Örgütü tarafından kansorejen olma tehlikesi yüksek bileşikler listesinde yer alan bir maddedir. 120 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda oluşmaya başladığı belirtilen bu maddenin yüksek sıcaklık ve uzun süren pişirme işlemleri sonucu miktarının arttığı belirtilmektedir [23, 24]. Isıtılmış gıdalarda, gıdanın yapısında bulunan asparajin ve indirgen şekerlerin konsantrasyonu ve oranı, kızartma ortamın sıcaklığı ve pH'sı ile gıdanın su aktivitesinin akrilamid oluşumu üzerine etkili olduğu belirtilmektedir [25]. Asparajin; patates, buğday ve mısır gibi tahıl ürünlerinde en çok bulunan aminoasittir ve bu aminoasidin yüksek sıcaklıklarda indirgen şekerler ile reaksiyona girmesiyle akrilamid oluşumunu hızlandırdığı belirtilmektedir [24, 26]. Akrilamidin sağlık üzerine etkilerinin

araştırıldığı bir çalışmada hamile farelere kızartılmış patates cipsi yedirilmiş ve doğan yavrularda anormallikler olduğu, karaciğer, kalp ve böbrek gibi organlarında fonksiyonel bozukluklar olduğu saptanmıştır [27].

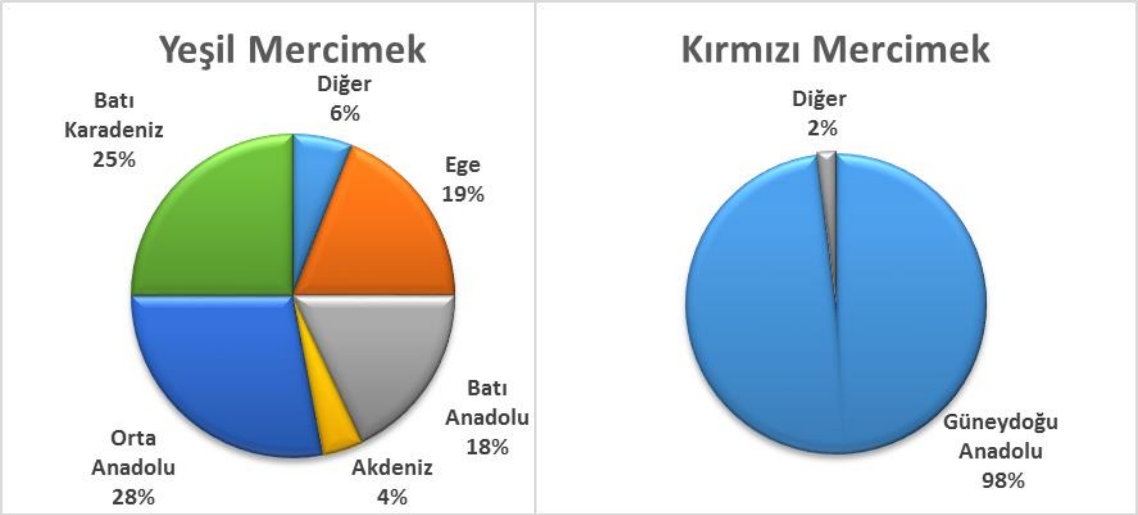
1.2. Mercimek

Mercimek (*Lens culinaris*), baklagiller (*Fabaceae*) familyasında yer alan Lens cinsine dahil türlerden biridir. Mercimek 20-70 cm boylarında, yumuşak ve ince gövdeli, disk şeklinde meyveleri olan, tek yıllık otsu bir sebzedir. Meyveleri bakla tipinde olup, badır denen sarımtrak esmer renkteki şişkin torbalarda gelişir. Şekil itibariyle mercimek taneleri yassı, 0.5 cm çapındaki disk biçimindedirler [28]. Mercimek çeşitleri, sarı, yeşil, kırmızı, kahverengi ve siyah gibi farklı renklerle geniş bir yelpazeye sahiptir. Şekil 1.1'de bazı mercimek çeşitleri verilmiştir.



Şekil 1.1. Farklı renkteki mercimekler. A: kırmızı mercimek, B: yeşil mercimek, C: sarı mercimek

Mercimek üretiminde Türkiye dünyada 3. sırada yer almaktadır. Mercimek üretiminin bölgelere göre dağılımı Şekil 1.2'de gösterilmektedir. Türkiye'de mercimek üretim alanlarına bakıldığında yeşil mercimekte %28 ile Orta Anadolu Bölgesi ilk sırada yer almaktadır. Bunu Batı Karadeniz (%25), Ege (%19), Batı Anadolu (%18) ve Akdeniz Bölgesi (%4) takip etmektedir. Kırmızı mercimek üretiminin ise %98'i Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılmaktadır. Ülkemizde mercimek üretiminde son 10 yıllık dönemde iniş ve çıkışlar yaşanmakla birlikte, 2011 yılında mercimek üretimi 406 bin tondur. Kişi başı mercimek tüketiminin 2011-2012 yılları itibarıyla 5 kg düzeyinde olduğu belirtilmektedir [29].



Şekil 1.2. Mercimek üretiminin bölgelere göre dağılımı [29]

1.2.1. Mercimeğin beslenme ve sağlık üzerine etkileri

Mercimek; tahıllara göre protein kalitesinin yüksekliği, vitaminler ve mineral maddeler bakımından da zengin olması, tahıllarla beraber tüketildiğinde aminoasit dengesini iyileştirmesi, lif içeriğinin zengin olması nedenleriyle beslenme açısından önemli bir baklagildir [5]. Mercimek, kemikler için önemli olan kalsiyum, metabolizmada kan yapıcı özelliğe sahip olan demir ve sinir sisteminin etkin çalışmasında etkili olan B vitaminleri bakımından zengin bir kaynaktır [30]. Ayrıca mercimeğin fenolik içeriği de dikkat çekicidir. Fenolik bileşenler, bitkilerde antimikrobiyal özelliklere sahip iken, insan vücudunda antioksidan olarak davranmakta, kan basıncını ve kolesterolü düşürerek bağışıklık sistemini düzenlemektedir [28]. Mercimeğin kolesterol düşürücü etkiye sahip bir lif kaynağı olduğu ve koroner kalp hastalığı riskini azalttığı da bilinmektedir. Mercimek yüksek protein içeriğinin yanı sıra diyet lifi, folat, manganez, fosfor açısından da oldukça zengindir. İçeriğindeki lif ile kan şekerini dengelemeye yardım ederek yemek sonrası kan şekerinin hızla yükselmesini engellemektedir [31].

Antioksidanlar; oksidasyonu engelleyen veya geciktiren bileşen gruplarıdır. Antioksidanlar insan vücudunda protein, lipit, karbonhidrat ve DNA gibi yapısal ve fonksiyonel moleküllerin zarar görmesini engellemektedirler. Yapılan araştırmalar sonucunda antioksidan tüketimindeki artışın uzun ve kaliteli yaşam üzerine etkili olduğunu ortaya koymaktadır [32].

Baklagillerin fenolik bileşen profilinde flavonoidler baskın olup, antioksidan kapasite sergilemektedirler. Ayrıca baklagillerin içerdiği fenolik bileşenlerin büyük bir kısmı kabuk bölgesinde bulunmaktadır [33]. Tablo 1.3'te bazı baklagillerin fenolik ve antioksidan

değerleri verilmiş olup, görüldüğü üzere en yüksek fenolik ve antioksidan kapasite değerine sahip baklagil mercimektir.

Tablo 1.3. Bazı baklagillerin fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri [34]

Materyal	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)*	Toplam Antioksidan Kapasite (%inhibisyon)
Barbunya	33.4	56.7
Börülce	15.2	22.2
Etiyopya fasulyesi	11.6	21.5
Kırmızı böbrek fasulye	27.10	51.6
Küçük kırmızı fasulye	45.7	62.2
Lima fasulyesi	9.5	11.6
Mercimek	47.6	72.1
Maş fasulyesi	26.7	30.4
Nohut	21.9	64.8
Siyah böbrek fasulye	32.9	60.2

***mg GAE/g: mg gallik asit eşdeğeri/g**

Antioksidanlar gıda mikro yapısında çeşitli formlarda bulunabilmektedir. Ancak mercimek gibi kompleks gıdalarda antioksidanlar çoğunlukla gıda matriksi içine gömülü olup, karbonhidratlar, proteinler, lipidler ve özellikle diyet lifleri gibi çeşitli makromoleküllerle bağlı formda bulunmaktadırlar. Mercimeğin özellikle içerdiği fenolik bileşimi nedeni ile fonksiyonel gıda ingrediyenti olarak kullanılabilir bir besin kaynağı olduğu düşünülmektedir [35]. Mercimeklerin kabuk bölümünün fenolik bileşenlerce zengin olması, diyet liflerinin karakterizasyonu ve sağlık üzerine olumlu etkilerinin vurgulanabilmesi açısından önem taşımaktadır. Diyet lifleri ve antioksidanların fonksiyonel özellikleri yıllardır araştırılan konular olsa da genellikle ayrı ayrı ele alınmaktadır. Aslında diyet lifleri ve antioksidanların sağlık üzerine olumlu etkileri birbiri ile ilişkilidir. Diyet lifleri ve bazı antioksidanların gastrointestinal sistem içerisinde ortak bir fizyolojik süreci takip ettiği bilinmektedir. Özellikle polifenolikler ve bazı karotenoidlerden gibi antioksidanlar, ince bağırsaklardan diyet lifleri ile birlikte bir bütün olarak geçmektedir. Bunun yanında bazı antioksidanlar ise ince bağırsakta kullanılabilir durumda değildir ve diyet liflerine bağlı olarak bulunurlar. Son zamanlarda üzerinde çalışılan diyet lifinin antioksidanlar ile ilişkisi üzerine araştırmalar mercimek lifleri ve mercimek antioksidan içeriği ile henüz ilişkilendirilmemiştir [36]. Ancak Calixto *et al.* [37] tarafından yapılan çalışmada, diyet liflerine bağlı antioksidanların diyet liflerinin fonksiyonel özelliklerini önemli ölçüde etkilediği savunulmaktadır [37].

Yapılan çalışmalar, mercimeğin özellikle kabuk kısmının fenolik maddelerden hidroksisinamik ve hidroksibenzoik asitce zengin olduğunu ortaya koymaktadır. Fenolik

bileşim üzerine mercimek çeşidinin etkileri olduğu, ayrıca mercimeğin dış bölgelerinde kateşin ve prosiyanidinlerin yoğun olarak bulunduğu belirtilmektedir. Diğer baklagillere kıyasla mercimeğin antioksidatif aktivitesi daha yüksektir [38].

1.3. Fonksiyonel gıdalar

Fonksiyonel gıda kavramı, tüketicilerin bilinçlenmesi sonucu gıda sektörünün yeni arayışlara yönelmesiyle ortaya çıkmıştır [39]. Besleyici özelliklerinin ötesinde sağlığımıza olumlu katkıları olan besinler fonksiyonel gıdalar kapsamında değerlendirilmektedir [5]. Fonksiyonel besinler hiçbir işleme maruz kalmamış doğal bir besin maddesi olabileceği gibi fonksiyonel katkılarla zenginleştirilmiş de olabilmektedir [4]. Yaşlanan nüfus, artan sağlık masrafları, kişisel sağlığı iyileştirme isteği, gıda tüketimi ve sağlık ilişkisi hakkında toplumun bilinçlenmesi, tüketicilerin kalite ve çeşide gösterdikleri talep nedeni ile fonksiyonel besin tüketimine günümüzde ilgi artmaktadır [2]. Fenolik maddeler, antioksidanlar, besinsel lifler, oligosakkaritler, probiyotikler, prebiyotikler, vitaminler, çoklu doymamış yağ asitleri, sülfür içeren bileşenler, fitoöstrojenler ve bitki sterolleri gıdalara eklenerek gıdalara fonksiyonel özellik kazandırılabilmektedir [40]. Bu anlamda, mercimek ilavesi ile hazırlanan cipslerin de fonksiyonel nitelik kazandığı düşünülmektedir.

1.4. Fenolik bileşikler ve antioksidan maddeler

Cipslerin biyoaktif özelliklerini belirlemek üzere toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizleri yapılmıştır. Günümüzde insanların gıda tercihleri üzerine biyoaktif komponentler etki etmektedir. Özellikle sağlık konusunda bilinçlenen tüketiciler antioksidan kapasitesi yüksek gıdalara yönelmektedir. Antioksidanlar, bir veya birden fazla eşlenmemiş elektron içeren molekül veya molekül parçacıkları olup, son derece reaktiftirler. Reaktif moleküller kararlı hale geçebilmek için elektron arar ve diğer moleküllerden elektron alarak kararlı hale geçerken, elektronunu aldığı bileşikleri radikal formuna dönüştürmektedirler [32]. Serbest radikaller protein, lipid, DNA ve nükleotid koenzimler gibi biyolojik materyallerde hasara sebep olmaktadırlar. Bu zararlanmaların yaşlanmayı teşvik ettiği bilinmektedir. Yine kalp-damar hastalıkları, kanser, katarakt, bağışıklık sisteminde zayıflama, dejeneratif sinir sistemi hastalıkları gibi birçok hastalığa sebep olduğu da bildirilmektedir. Zararlı reaktif türlerin etkileri vücuttaki farklı doğal savunma sistemleri tarafından kontrol altında tutulmaktadır. Vücudun bu endojen savunma mekanizmalarının diyetle alınacak antioksidan

besin öğeleriyle de desteklenmesi gerekmektedir [41]. Bu anlamda daha sağlıklı olmak isteyen tüketicilerin eğilimlerinin doğru olduğu açıktır.

Gıdalarda antioksidan etkiye sahip farklı bileşim gruplarından biri de fenolik maddelerdir [32]. Sağlık üzerine olumlu etkileri antioksidatif özelliklerden kaynaklanan bu bileşenler, gıdalara fonksiyonel nitelikler kazandırmaktadır [42]. Fenolik bileşiklerin yapısı, onların radikal temizleme özelliği ve metal şelatlama özelliğinin oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Bu bileşiklerin antikanserojen ve antioksidan etkileri olduğu bilinmektedir [43].

1.5. Yüzey-yanıt yöntemi

Box ve Wilson tarafından 1951 yılında geliştirilen yüzey-yanıt yöntemi son yıllarda gıda mühendisliği alanındaki optimizasyon çalışmalarında da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [44]. Yapılan araştırmalarda oluşturulan geleneksel deneme desenlerinde değişkenler sabit olmakta ve sonuç açısından değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkileri göz önüne alınmamaktadır. Fakat yüzey-yanıt metodu ile değişkenlerin birbirleri arasındaki ilişkileri de değerlendirilebilmektedir [45]. Bağımsız değişkenlerin birbirleri arasında ve modelin verdiği yanıta etkilerinin değerlendirildiği bir uygulama olan optimizasyon çalışması; kullanılan üretim metotlarında iyileştirmeler yapmak ve ekonomik verimlilik sağlamak amacıyla birçok alanda kullanılmaktadır. Uzun süren deneysel araştırmalarda birçok araştırmacı çalışmanın çok fazla zaman alması ve maliyetin fazla olması gibi nedenlerden dolayı sorunlar yaşamaktadır. Özellikle gıda mühendisliği alanında yapılacak olan araştırmaların bu kapsamda değerlendirildiği düşünüldüğünde yüzey-yanıt yöntemin önemi ve avantajları daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Çünkü yüzey-yanıt metodu ile araştırmacılar tüm denemeyi temsil edecek biçimde daha az deneme ünitesi ile daha hızlı bir biçimde sonuca ulaşabilmektedirler. Yüzey-yanıt yöntemi kısaca bazı istatistiksel ve matematiksel metotların bağımsız değişkenler ve yanıt arasındaki ilişkiyi tanımlanmasında kullanıldığı bir yöntemdir [46].

Yüzey-yanıt yönteminde takip edilen işlem basamakları şunlardır [47]:

1- Bağımsız değişkenlerin seçimi ve denemenin sınırlarının belirlenmesi

2- Deneme tasarımının seçilmesi ve bu tasarıma göre deneylerin yapılması

3- Elde edilen verilerin istatiksel uygulamalar ile polinomiyal fonksiyona uygun olması

4- Modelin uygunluğunun değerlendirilmesi

5- Sonuçların doğrulanması

6- Her bir değişken için optimum değerlerin elde edilmesi

Optimizasyon çalışmalarında en uygun olan değişkenlerin seçilmesi, işlemin vereceği sonuçların doğruluğunda çok önemli bir parametredir. Bu nedenle işlemin ilk aşaması olan bağımsız değişkenlerin seviyesinin belirlenmesi büyük bir önem taşımaktadır [46].

2.BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Cips üretiminde kullanılan mısır ve buğday unu (Piyale, Türkiye), ayçiçek yağı (Yudum kızartma ustası, Türkiye), kırmızı mercimek, soğan ve sarımsak tozları, tuz ve kimyon Kayseri piyasasından temin edilmiştir. Mercimekler kontrollü şartlarda haşlanıp kurutularak un haline getirilmişlerdir. Bu amaçla kırmızı mercimek beherin içerisine 100 g tartılıp üzerine 300 ml su ilave edilmiştir. Mercimekler 15 dakika süresince haşlanmışlar ve bir tepsi üzerine yayılarak etüvde 100 °C'de 5 saat boyunca kurumaya bırakılmışlardır. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra mercimekler öğütülmüş ve elekten geçirilerek formülasyonda kullanılmaya hazır hale getirilmiştir.

Hamur formülasyonunda kullanılan mercimek unu konsantrasyonu, su miktarı ve fırınlama-kızartma süre-sıcaklıkları ön denemeler ile belirlenerek tepki yüzey deneme deseni oluşturulmuştur. Oluşturulan bu deneme desenine göre cips üretimleri gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Cips üretimi

Ön deneme ile belirlenen miktarlarda (74 g buğday unu, 19 g mısır unu, 1.75 g soğan tozu, 1.75 g sarımsak tozu, 1.75 g kimyon ve 1.75 g tuz karıştırılarak bir karışım hazırlanmıştır (100 g karışımda bulunan miktarlar). Bu karışım çalışmada unlu karışım olarak adlandırılmıştır. Hazırlanan unlu karışıma ilave edilen mercimek oranı yüzdesine göre su ilave edilmiş ve aromatik bir cips hamuru elde edilmiştir. Karışım daha sonra hamur yoğurma makinesinde (Kitchen Aid, Professional 600 MI, Amerika) yoğrulmuş ve streç filmle sarılarak yarım saat dinlenmeye bırakılmıştır. Elde edilen cips hamuru, hamur açma makinesinde (Rondo, Dog SS0615, İsviçre) kademeli olarak inceltilerek 1.00 mm kalınlıkta açılıp 5 cm çapında şekil verilmiştir. Bu hamurlar, fırınlama ve kızartma için yüzey-yanıt yöntemi ile belirlenen deneme desenine göre farklı sıcaklık ve sürelerde fırınlanmış (Simfer M-4257, Türkiye) veya yağ banyosunda (Mikrotest, Türkiye) kızartılmıştır. Üretim sırasında her 5 kızartmadan sonra yağ değişimi yapılmıştır. Kızartılan cipsler kâğıt havlulara alınarak dinlendirilmiştir.

2.2.2. Yüzey-yanıt yöntemi ile deneme deseninin oluşturulması

Yüzey-yanıt yöntemi kullanılarak kırmızı mercimek unu konsantrasyonu (%), kızartma sıcaklığı (ºC) ve kızartma süresi (s), fırınlama sıcaklığı (ºC) ve fırınlama süresi (dk), faktör olarak seçilerek yüzey-yanıt yöntemi ile oluşturulmuş olan deneme desenine göre cips üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla mercimek konsantrasyonu ve sıcaklık-süre normlarının cipslerin fizikokimyasal, tekstürel, besinsel, biyoaktif ve duyusal özellikleri üzerine etkileri yüzey-yanıt yöntemi ile üç değişkenli ve ikinci dereceden Box Behnken deneme desenine göre hazırlanan ve merkez noktada fırınlanan cipsler için 3 tekrarın bulunduğu 15 adet deneme noktası, kızartılan cipsler için 5 tekrarın bulunduğu 17 deneme noktası belirlenmiştir. Tarafımızdan yapılan ön denemeler sonucunda hamur makinesinde açılabilir cips hamurunun üretilebildiği parametre aralıklarının, mercimek unu konsantrasyonu %0-50, fırınlama ve kızartma sıcaklığı 170-180 ºC, fırınlama süresi 6-9 dk ve kızartma süresi 40-60 s arasında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda Tablo 2.1'de verilen deneme desenleri oluşturulmuştur.

Tablo 2.1. Fırınlanmış ve kızartılmış cipsler için deneme deseni örneği

Deneme Noktası	Mercimek unu oranı (%)	Sıcaklık (ºC)	Süre (dk)	Deneme Noktası	Mercimek unu oranı (%)	Sıcaklık (ºC)	Süre (s)
F1	0	170	7.5	K1	25	175	50
F2	25	180	7.5	K2	0	170	50
F3	0	190	7.5	K3	50	175	60
F4	25	180	7.5	K4	50	175	40
F5	0	180	6	K5	25	175	50
F6	50	170	7.5	K6	25	180	60
F7	50	180	9	K7	25	170	60
F8	25	190	6	K8	50	170	50
F9	25	180	7.5	K9	50	180	50
F10	25	170	9	K10	0	180	50
F11	25	170	6	K11	0	175	40
F12	50	190	7.5	K12	0	175	60
F13	50	180	6	K13	25	170	40
F14	0	180	9	K14	25	175	50
F15	25	190	9	K15	25	175	50
				K16	25	180	40
				K17	25	175	50

2.2.3. Cipslerde yapılan analizler

Bu kapsamda; kuru madde, kül, yağ, renk, protein, enzime dirençli nişasta, diyet lif, HMF, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite, tekstür ve duyusal analizler yapılmıştır. Ayrıca optimizasyonla elde edilen sonuçlar dikkate alınarak, fırınlanarak ve kızartılarak üretilen

cipslerden en beğenilenler yeniden üretilmiştir. Cipsler ambalajlanarak 20 °C sıcaklıkta 2 ay süre ile depolanmıştır. Belirlenen sürelerde örnek alınarak, analizler gerçekleştirilmiştir.

2.2.3.1. Kuru madde

Örneklerin kuru madde miktarını belirlemede AOAC (1990) standart prosedürü kullanılmıştır. Bu amaçla sabit tartıma getirilen kurutma kaplarının darası alınıp, içerisine toz haline getirilmiş cips örneğinden 3-5 g tartılmış 3 saat boyunca 105 ˚C'de etüvde (Memmert, UNB 500, Germany) kurutulmuşlardır. İşlem sonrasında örnekler desikatöre alınarak, oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve ağırlıkları belirlenerek, aşağıdaki formül yardımıyla kuru madde miktarları (%) belirlenmiştir [48].

$KM\ (\%) = [(G_2 - G) / (G_1 - G)] \times 100$

KM (%) : Örneğin kuru madde yüzdesi

G: Tartım kabının darası

G_1: Örnek + tartım kabının darası

G_2: Kurutma sonrası kuru örnek + tartım kabının darası

2.2.3.2. Kül

Örneklerin kül miktarını belirlemede AOAC (1990) standart prosedürü kullanılmıştır. Sabit tartıma getirilmiş ve daraları alınmış porselen krozeler içerisine toz haline getirilmiş örnekten 1-2 g civarında tartılmış ve üzerine 1-2 ml alkol damlatılıp yakılarak ön yakma işlemi uygulanmıştır. Sonra örnekler 550 ºC'de beyazımsı kül rengi oluşuncaya ve sabit tartıma gelinceye kadar (yaklaşık 5-6 saat) kül fırınında (Protherm, PLF115M, Türkiye) yakılmıştır. Gerekli tartımlar yapılarak, aşağıdaki formül yardımı ile örneklerin kül miktarları (%) belirlenmiştir [49].

$Kül\ (\%) = [(A_2 - A) / (A_1 - A)] \times 100$

Kül (%) : Örneğin kül yüzdesi

A: Porselen krozenin darası

A_1: Örnek + porselen krozenin darası

A_2: Yakma sonrası kül + porselen krozenin darası

2.2.3.3. Protein

Cips örneklerinin protein miktar analizi Kjeldahl metodu ile yapılmıştır 1 gram örnek tartılıp Kjeldahl tüplerine yerleştirilmiştir. Tüplere 1 adet Kjeldahl tableti konulmuş ve 25 ml derişik sülfrik asit ilave edilerek yakma setine yerleştirilmiştir. Yakma işleminden sonra soğutulan Kjeldahl balonlarına çok yavaş bir şekilde 125 ml %40'lık sodyum hidroksit ilave edilmiş, distilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Erlene 50 ml borik asit çözeltisi ve 5–6 damla indikatör çözeltisi konarak distilasyon başlatılmıştır. Distilasyon sona erdikten sonra 0.1 N hidroklorik asit çözeltisi ile menekşe-mor renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Sarfiyat bulunduktan sonra hesaplama yapılarak azot miktarı bulunmuş ve elde edilen azot değeri 5.83 ile çarpılarak protein miktarı hesaplanmıştır [50].

2.2.3.4. Yağ

Örneklerin yağ miktarları soxhlet metodu kullanılarak çözücü ekstraksiyonu AOAC (1990) standart prosedürüne göre belirlenmiştir. Yalnızca kızartılan cips örneklerinde yağ analizi yapılmıştır. Toz haline getirilmiş örneklerden 4-5 g kadar örnek hassas terazi ile tartılacak filtre kâğıdına konulup, yağ ekstraksiyonun kartuşlarına konulmuştur. Ekstraksiyon cihazının sabit tartıma getirilmiş balonlarının daraları alınıp yaklaşık 250 ml petrol eteri eklendikten sonra, analiz ekstraksiyon cihazıyla 5 saatte tamamlanmıştır. Ekstraksiyon bitiminde ekstrakte edilen yağ ise balonda birikmiştir. Balonlarda çözücü kalma ihtimaline karşın örnekler etüvde 105 °C'de 15 dk bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan balonlar desikatöre alınarak oda sıcaklığına geldikten sonra, hassas terazide tartılmış ve yağ miktarları hesaplanmıştır [49].

2.2.3.5. Renk

Cips örneklerinin renk özelliklerini belirlemede 'Konica Minolta'(Chroma Meter CR-5, Japan) renk tayin cihazı kullanılmıştır. Renkleri analiz edilecek örnekler öğütülerek homojen hale getirilmiş ve cihazın kapsülüne yerleştirilerek L^*, a^* ve b^* değerleri belirlenmiştir. L^* değeri örneğin renginin açıklık ve koyuluğu hakkında fikir verirken; $+a^*$ değerleri kırmızı, $-a^*$ değerleri yeşil, $+b^*$ değerleri sarı, $-b^*$ değerleri ise mavi renk yoğunluğunu göstermektedir [51].

2.2.3.6. Toplam fenolik madde ve aktioksidan kapasite

Kırmızı mercimek ile katkılanan cipslerin biyoaktif özelliklerinde meydana gelen değişimin belirlenebilmesi için toplam fenolik madde ve DPPH metodu ile antioksidan kapasite analizleri yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle cipsler öğütülmüş ve 2 g tartılarak üzeri %80'lik metanol ile uygun konsantrasyonlarda seyreltilmiştir. Hazırlanan örnekler 1 saat boyunca çalkalayıcıda bekletilmiş ve daha sonra soğutmalı santrifüjde 10000 rpm'de 5 dk santrifüjlenmiştir. Elde edilen ekstrakt toplam fenolik madde ve DPPH metodu ile antioksidan kapasite analizlerinde kullanılmıştır.

2.2.3.6.1. Toplam fenolik madde

Toplam fenolik madde miktarını belirlemek amacıyla 0.2 ml ekstrakta, 10 kat seyreltilmiş 1.5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilmiş ve 5 dk beklenmiştir. Daha sonra 1.5 ml %6'lık sodyum karbonat (Na_2CO_3) ilave edilerek karanlık ortamda 2 saat süreyle inkübe edilmiştir. Örneklerin absorbans değerleri 765 nm'de (Shimadzu UV-1800, Japan) belirlenmiştir. Hesaplamada gallik asitten 0-1 mg/mL sınırları düzeyinde bir seri standart çözelti hazırlanmış ve örneklerin toplam fenolik madde miktarları bu şekilde hazırlanan kalibrasyon eğrisi yardımı ile hesaplanmıştır (mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g cips) [52].

2.2.3.6.2. Aktioksidan kapasite

Stabil bir serbest radikal olan DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radikali antiradikal ajanlarla reaksiyona girdiğinde serbest elektronu eşlenmekte ve örneğin mor rengi sarıya dönmektedir. Bu reaksiyon absorbans değerlerinde azalma olarak belirlenmektedir.

Bölüm 2.2.3.6'da anlatıldığı şekilde hazırlanan ekstrakttan 0.2 ml alınarak üzerine 2 ml %80'lik metanol ve 2.5 ml DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) solüsyonundan ilave edilerek oda sıcaklığında ışık almayacak şekilde 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra spektrofotometre saf metanol ile sıfırladıktan sonra 517 nm'de absorbans okunarak; antioksidan kapasite aşağıda verilen eşitlikle hesaplanmıştır [52].

$$İ\ (\%) = 100 \times (1 - A_Ö / A_K)$$

İ: Örnek tarafından inhibe edilen DPPH

$A_Ö$: Örneğin absorbansı

A_K: Kontrolün absorbansı

2.2.3.7. Tekstür

Cips örneklerinin sertlik değerleri tekstür analiz cihazı (TA.XT Plus, Stable Micro System Ltd., İngiltere) ile Kramer 5 bıçaklı shear probu (HDP/KS-5) kullanılarak tespit edilmiştir. Ölçümler 30 kg'lık yük hücresi kullanılarak yapılmıştır. Bir adet cips Kramer shear probunun alt tarafında maksimum sayıda prob bıçağıyla temas edebilmesi için bıçaklara dikey konumda olacak şekilde yerleştirilmiştir. Prob 5 cm/dak hızında örnek üzerine indirilmiş ve örneği kırmak için gerekli olan maksimum kuvvet zaman deformasyon eğrisinden elde edilmiştir [53].

2.2.3.8. Hidroksi metil furfural (HMF)

Örneklerin HMF miktarları HPLC yöntemi ile gerçekleştirilmiştir [54]. Toz haline getirilmiş cips örneklerinden saf su ile %10'luk çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler ultrasonik su banyosu ve vorteks kullanılarak homojenize edilmiştir. Örneklerin yağının ayrılması ve bazı makromoleküllerin çökmesi için 9000 rpm'de 10 dk santrifüjlenmiştir. Yağsız kısımdan 1.5 ml ependorf tüpüne alınmıştır. Üzerine 0.15'er ml Carez I ve Carez II ilave edilerek, makromoleküllerin tamamen çökmesi için 12500 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Ardından üstte kalan berrak kısım 0.45 µm'lik filtreden geçirilerek viallere aktarılmıştır. Analizde C18 kolon kullanılmış olup, boyutları 4.6 x 250 mm'dir. Kolon dolgu malzemesi 5 µm çapında oktadesilsilan modifiye silikadır. Kromotogramlar Diode Array Detector (DAD)'de 284 nm'de tespit edilmiştir. Enjeksiyon hacmi 20 µL'dir. Hareketli faz olarak %1'lik asetik asit içeren ultrasaf su ve asetonitril (95:5) kullanılmıştır. Hareketli fazın akış hızı 1 ml/dk'dır. Kolon sıcaklığı 25 °C olarak ayarlanmıştır. HPLC kolonunda analiz sırasında oluşan ortalama basınç 140-150 bar arasında değişmiştir.

Hesaplamada, 2.5-20 mg/kg konsantrasyonlarında hazırlanan HMF standardı yardımı ile çizilen HMF kalibrasyon eğrisinden yararlanılmıştır.

2.2.3.9. Enzime dirençli nişasta (EDN)

Cipslerin EDN içerikleri Megazyme Enzyme-Resistant Starch Assay Procedure (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) analiz kiti kullanılarak belirlenmiştir. Prosedüre göre toz haline getirilmiş yağsız örnekten 100 mg tartılmıştır. Örnekler pankreatik α-amilaz ve amiloglukozidaz ilavesi ile 16 saat boyunca çalkalamalı su banyosunda inkübe edilmiştir. Böylece dirençli olmayan nişastanın enzimler etkisiyle glukoza parçalanması sağlanmıştır. Reaksiyon eşit hacimdeki etanol ilavesi ile sonlandırılmış ve santrifüj işlemi

sonrasında pellet bir yapı olarak çöktürülmüştür. Santrifüj işleminin sonrasında pellet yapı iki kez daha %50'lik etanol ile yıkanmış ve tekrar santrifüj edilmiştir. Sıvı kısım dikkatli bir şekilde ortamdan alınmış ve pellet yapıdaki dirençli nişasta buzlu su banyosunun içerisinde manyetik karıştırıcıya alınarak karıştırılmıştır. Bu çözelti asetat tamponu ile nötralize edilmiş ve nişasta amiloglukozidaz ile glukoza hidrolize edilmiştir. Glukoz miktarı, glukoz oksidaz/peroksidaz reaktifi kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen sonuç kullanılarak prosedürde verilen formülasyonlar ile dirençli nişasta miktarı hesaplanmıştır [55].

Enzime dirençli nişasta (g/100 g kuru örnek) = (ΔE x F)/(Wx9.27)
ΔE: Köre karşı okunan reaksiyonun absorbansı
F: Faktör
W: Örneğin kuru maddesi

2.2.3.10. Duyusal analiz

Cips örneklerinin duyusal analizleri Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğrenci ve öğretim elemanlarından oluşturulmuş 60 kişilik bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelist grup öncelikle ürün hakkında bilgilendirildikten sonra analize başlanmıştır. Rastgele numaralandırılarak servis edilen cips örnekleri tat, gevreklik ve genel kabul bakımından duyusal değerlendirmelere tabi tutulmuştur. Değerlendirmede 1-9 aralığında numaralandırılmış (1 çok kötü; 9 çok iyi) olan değerlendirme formu kullanılmıştır. Panelistlerin örnekler arasında su içerek ağızlarını nötürlemeleri sağlanmıştır. Kullanılan duyusal analiz formu Ek 1'de verilmiştir.

2.2.3.11. Diyet lif

Cips örneklerinin toplam besinsel lif miktarları Megazyme Total Dietary Fiber Assay Kit (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) analiz kiti kullanılarak belirlenmiştir. Analiz 2 paralelli olarak yapılmış ve her bir yağsız örnek için 1'er g tartılmıştır. Örneklerin tartımı gerçekleştikten sonra üzerine fosfat tamponu ve α-amilaz ilave edildikten sonra 100 °C'deki çalkalamalı su banyosuna yerleştirilmiş ve 30 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra örnekler oda sıcaklığına soğutulmuş ve 0.275 M NaOH ilave edilerek pH=7.5'e ayarlanmıştır. Örneklere proteaz eklenerek 30 dk 60 °C'deki su banyosunda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda örnekler alınarak, oda sıcaklığına soğutulmuştur. Soğutulan örneklere 0.325 M HCl eklenip pH değeri 4.5'e ayarlanmıştır. Son olarak örneklere amiloglukozidaz

ilave edilmiş ve yine 30 dk 60 °C'deki su banyosunda inkübe edilmiştir. Daha sonra örnekler 1 saat oda sıcaklığına soğutulmuş ve vakum altında gooch krozesinden süzülmüştür. Krozedeki kalıntı 3 kez 20 ml %78'lik etanolle, 2 kez 10 ml %95'lik etanolle ve son olarak ise 2 kez 10 ml asetonla yıkanmıştır. Krozeler 1 gece boyunca 105 °C'de bekletilmiş ve desikatörde soğutulmuştur. Kalıntının protein ve kül analizi yapılarak sonuçlar hesaplanmıştır [56].

$$Diyet\ lif\ (\%) = \frac{\frac{R_1+R_2}{2} - p - A - B}{\frac{m_1+m_2}{2}} x100$$

R_1= 1.kalıntının ağırlığı (g)
R_2= 2.kalıntının ağırlığı (g)
m_1= örnek ağırlığı 1 (g)
m_2= örnek ağırlığı 2 (g)
p= 2.kalıntının protein miktarı (g)
A= 1.kalınıtının kül miktarı (g)
B= kör

2.2.3.12. İstatistiksel analiz ve optimizasyon

Araştırma sonrasında Box Behnken deneme tasarımına göre elde edilen tüm veriler, deneme desenlerine uygun olarak varyans analizlerine tabi tutulmuş; fizikokimyasal, tekstürel, duyusal, besinsel ve biyoaktif değerler üzerinde çalışılan parametrelerin etkisi belirlenmiştir. Deneme tasarımına göre kaydedilen verilen modellenmesi, model parametrelerinin belirlenerek tahminleyici regresyon denklemlerinin ortaya konması, parametrelere göre elde edilen tepkilerdeki değişimin 3D grafiklerle gösterimi ve optimizasyon işlemleri Design Expert 7.0 (Stat–Ease, Minneapolis, ABD) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucunda üretilen ürünlerin
depolanması sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesi SPSS 22 istatistik paket
programı ile yapılmıştır. Elde edilen verilerde sonuçlar üzerine faktörlerin etkisi Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %95 güven seviyesinde belirlenmiştir.

2.2.4. Depolama stabilitelerinin belirlenmesi

Yanıt yüzey yöntemi ile yapılan optimizasyon sonucuna göre bazı değerler kendi aralığında bırakılmış, daha kritik olduğu düşünülen değerler ise maksimize ya da minimize edilerek hedef değişkenler olarak seçilmiştir (Tablo 2.2 ve Tablo 2.3). Optimizasyon sonucunda elde edilen formülasyona göre üretilmiş olan cips örnekleri 20 °C'de 60 gün süreyle depolanmıştır.

Depolama öncesinde örnekler modifiye atmosfer ambalajlama sistemi kullanılarak paketlenmiştir. Paketler (PVDC kaplı selofan film) 20 x 15 cm olacak şekilde hazırlanmış ve cipsler içerisine konduktan sonra azot gazı basılarak kapatılmıştır. Örnekler 20 °C'deki soğutmalı etüvde (Nüve EV 018, Türkiye) muhafaza edilmiş, 0., 15., 30. ve 60. günlerde örnek alınarak analizler yapılmıştır. Bu kapsamda fırınlanan örneklerde; kuru madde, kül, tekstür, renk, toplam diyet lif, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite analizleri yapılmıştır. Kızartılan örneklerde ise bu analizlere ilave olarak yağ analizi gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucu elde edilen ürünlerde diyet lif analizi yapılmıştır.

Tablo 2.2. Fırınlanarak üretilen cips örnekleri için hedef parametreler

Parametreler	**Hedef**	**Alt limit**	**Üst limit**
Mercimek oranı (%)	Maksimum	0	50
Sıcaklık (°C)	Kendi aralığında	170	190
Süre (dk)	Kendi aralığında	6	9
Kuru madde (%)	Kendi aralığında	87.49	99.94
Kül (%)	Kendi aralığında	3.25	4.62
Protein (%)	Maksimum	8.35	15.49
Toplam fenolik madde (mg GAE/100 g)	Maksimum	66.77	151.97
Antioksidan kapasite (% inhibisyon)	Maksimum	20.54	57.73
*L** degeri	Kendi aralığında	52.60	76.24
*a** degeri	Kendi aralığında	3.66	14.69
*b** degeri	Kendi aralığında	26.18	31.28
Renk	Maksimum	2.67	6.32
Koku	Maksimum	3.47	5.88
Lezzet	Maksimum	2.78	5.30
Gevreklik	Kendi aralığında	4.43	6.50
Genel beğeni	Maksimum	2.97	5.57
HMF (mg/kg)	Minimum	0.69	80.93
Sertlik (kg)	Kendi aralığında	5.99	31.88
EDN (g/100g)	Maksimum	0.90	3.52

Tablo 2.3. Kızartılarak üretilen cips örnekleri için hedef parametreler

Parametreler	Hedef	Alt limit	Üst limit
Mercimek oranı (%)	Maksimum	0	50
Sıcaklık (°C)	Kendi aralığında	170	180
Süre (s)	Kendi aralığında	40	60
Kuru madde (%)	Kendi aralığında	96.49	99.59
Kül (%)	Kendi aralığında	3.02	3.86
Protein (%)	Maksimum	6.83	12.78
Yağ (%)	Minimum	17.59	21.37
Toplam fenolik madde (mg GAE/100 g)	Maksimum	81.77	211.84
Antiokisdan kapasite (% inhibisyon)	Maksimum	17.97	66.05
*L** degeri	Kendi aralığında	38.39	64.01
*a** degeri	Kendi aralığında	7.55	17.82
*b** degeri	Kendi aralığında	25.53	35.50
Renk	Maksimum	4.17	6.63
Koku	Maksimum	4.80	6.18
Lezzet	Maksimum	4.72	6.72
Gevreklik	Kendi aralığında	5.33	7.27
Genel begeni	Maksimum	4.80	6.77
HMF (mg/kg)	Minimum	3.41	30.60
Sertlik (g)	Kendi aralığında	10.26	14.83
EDN (g/100g)	Maksimum	0.92	3.12

3.BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Cips üretiminde kullanılan hammaddelerin analizleri

Cips üretiminde kullanılan mercimek ve unlu karışımın (74 g buğday unu, 19 g mısır unu, 1.75 g soğan tozu, 1.75 g sarımsak tozu, 1.75 g kimyon ve 1.75 g tuz) kuru madde, kül, protein ve enzime dirençli nişasta ve toplam diyet lif analizi olmak üzere bazı fizikokimyasal analizleri, biyoaktif özellikleri ve renk parametreleri belirlenerek, sonuçlar Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Cips formülasyonunda kullanılan mercimek ve un karışımının bazı fizikokimyasal, biyoaktif özellikleri ve renk parametreleri

		Mercimek unu	Unlu karışım*
Fizikokimyasal analizler	**% Kuru Madde**	96.91±0.13	90.59±0.10
	% Kül	2.86±0.05	7.25±0.21
	% Protein	22.12±0.23	9.60±0.02
	Enzime Dirençli Nişasta (g/100 g)	5.37±0.02	0.55±0.10
	Toplam diyet lif (%)	12.37±0.35	1.05±0.37
Biyoaktif özellikler	**Toplam fenolik madde****	74.92±0.56	85.33±1.06
	Antioksidan kapasite***	42.33±0.25	26.04±0.39
Renk parametreleri	***L****	74.03±0.08	87.06±0.16
	a*	3.47±0.05	0.91±0.03
	b*	25.64±0.06	14.16±0.21

*unlu karışım:(74 g buğday unu, 19 g mısır unu, 1.75 g soğan tozu, 1.75 g sarımsak tozu, 1.75 g kimyon ve 1.75 g tuz), **(mg GAE/100 g); ***(% inhibisyon)

Cipslerin formülasyonunda kullanılan mercimek ve buğday unlarının fizikokimyasal analiz sonuçları incelendiğinde mercimek ununun kuru madde, kül, protein miktarı ve enzime dirençli nişasta miktarı ve toplam diyet lif miktarının un karışımından daha yüksek olduğu bulgulamıştır (Tablo 3.1). Mercimek ununun özellikle protein, enzime dirençli nişasta ve toplam diyet lif miktarlarının yüksekliği dikkat çekicidir. Mercimek ununun toplam fenolik madde miktarı unlu karışıma göre düşük bulunurken, antioksidan kapasite değerinin ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mercimek ununun *L** değeri beklendiği üzere unlu

karışımdan daha düşük bulunurken, *a** ve *b** değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Fırınlanarak üretilen cipsler

3.2.1. Kuru madde miktarı

Cips örneklerinin kuru madde değerleri Tablo 3.2'de verilmiş olup, cipslerin kuru madde değerleri 87.49-99.94 g/100g aralığında değişmektedir. En düşük kuru madde değeri %25 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (11. deneme noktası), en yüksek kuru madde değeri ise %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası) saptanmıştır.

Cips örneklerinin kuru madde değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.3'te verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranı ve sıcaklığın kuru madde miktarına etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, sürenin kuru madde miktarına etkisi ise önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ayrıca yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin kuru madde miktarı üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.3'te verilmiştir. Ayrıca determinasyon katsayısı da oldukça yüksek bulunmuştur ($R^2= 0.91$).

Şekil 3.1'de fırınlanmış cips örneklerinin kuru madde miktarlarının üç boyutlu gösterimi verilmiş olup, fırınlama süresi arttıkça örneklerin kuru madde miktarlarının arttığı saptanmıştır.

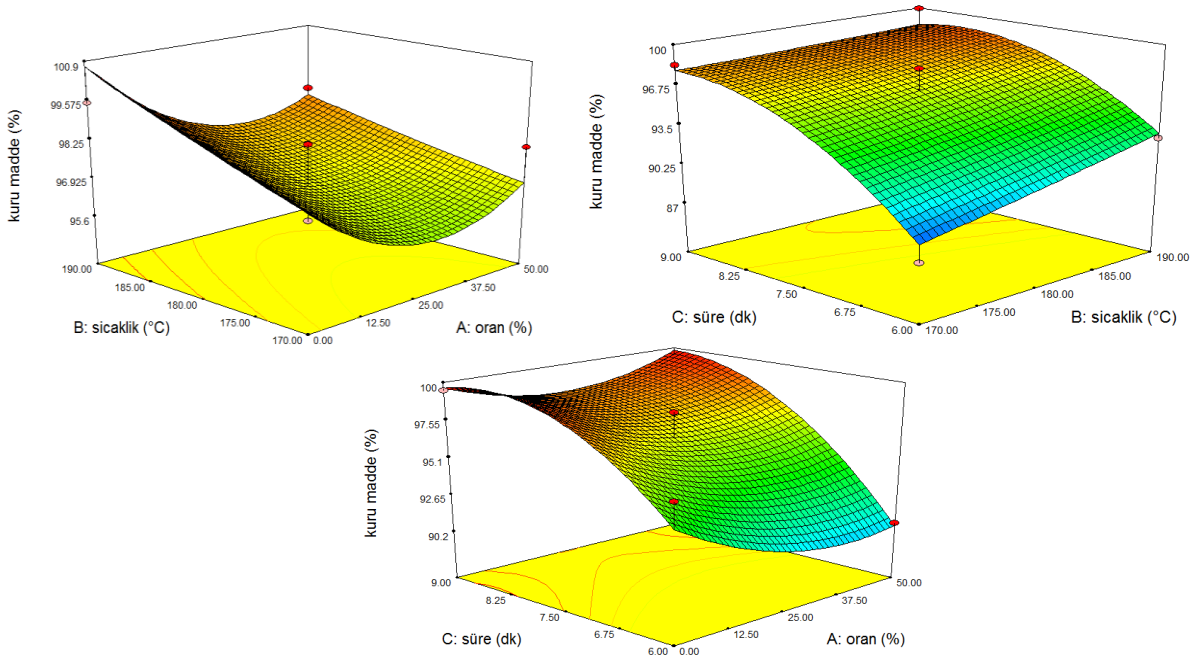
Tablo 3.2. Fırınlanmış cipslerin kuru madde, kül ve protein değerleri

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Kuru Madde (g/100g)	Kül (g/100g)	Protein (g/100g)
F1	0	170	7.5	97.48±0.29	4.42±0.05	8.46±0.23
F2	25	180	7.5	96.18±0.04	4.02±0.04	11.62±0.06
F3	0	190	7.5	99.50±0.08	4.62±0.03	9.46±0.06
F4	25	180	7.5	96.01±0.03	3.97±0.04	11.62±0.17
F5	0	180	6	95.74±0.03	4.55±0.01	8.35±0.28
F6	50	170	7.5	98.01±0.03	3.52±0.01	15.25±0.34
F7	50	180	9	98.22±0.11	3.45±0.03	14.81±0.17
F8	25	190	6	92.44±0.04	3.66±0.00	11.42±0.34
F9	25	180	7.5	98.09±0.12	3.97±0.03	11.86±0.17
F10	25	170	9	98.34±0.13	4.00±0.02	11.26±0.23
F11	25	170	6	87.49±0.16	3.62±0.01	10.34±0.06
F12	50	190	7.5	98.57±0.23	3.45±0.02	15.49±0.45
F13	50	180	6	90.74±0.38	3.25±0.01	13.42±0.34
F14	0	180	9	99.48±0.06	4.60±0.03	8.66±0.06
F15	25	190	9	99.94±0.07	3.95±0.08	11.34±0.00

Tablo 3.3. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	162.53	9	18.06	5.92	**0.0323**
A-oran	5.57	1	5.57	1.83	0.2346
B-sıcaklık	10.42	1	10.42	3.41	0.1239
C-süre	109.32	1	109.32	35.82	0.0019
AB	0.53	1	0.53	0.17	0.6947
AC	3.48	1	3.48	1.14	0.3345
BC	2.81	1	2.81	0.92	0.3814
A^2	9.03	1	9.03	2.96	0.1461
B^2	0.02	1	0.02	0.01	0.9403
C^2	19.12	1	19.12	6.27	0.0543
Uyum Eksikliği	12.59	3	4.20	3.15	**0.2502**
Standart sapma	1.75				
Ortalama	96.42				
R^2	0.91				

Regresyon Eşitliği: $Y= 96.76-0.83A+1.14B+3.70C-0.36AB+0.93AC-0.84BC+1.56A^2+0.07B^2-2.28C^2$



Şekil 3.1. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.2. Kül miktarı

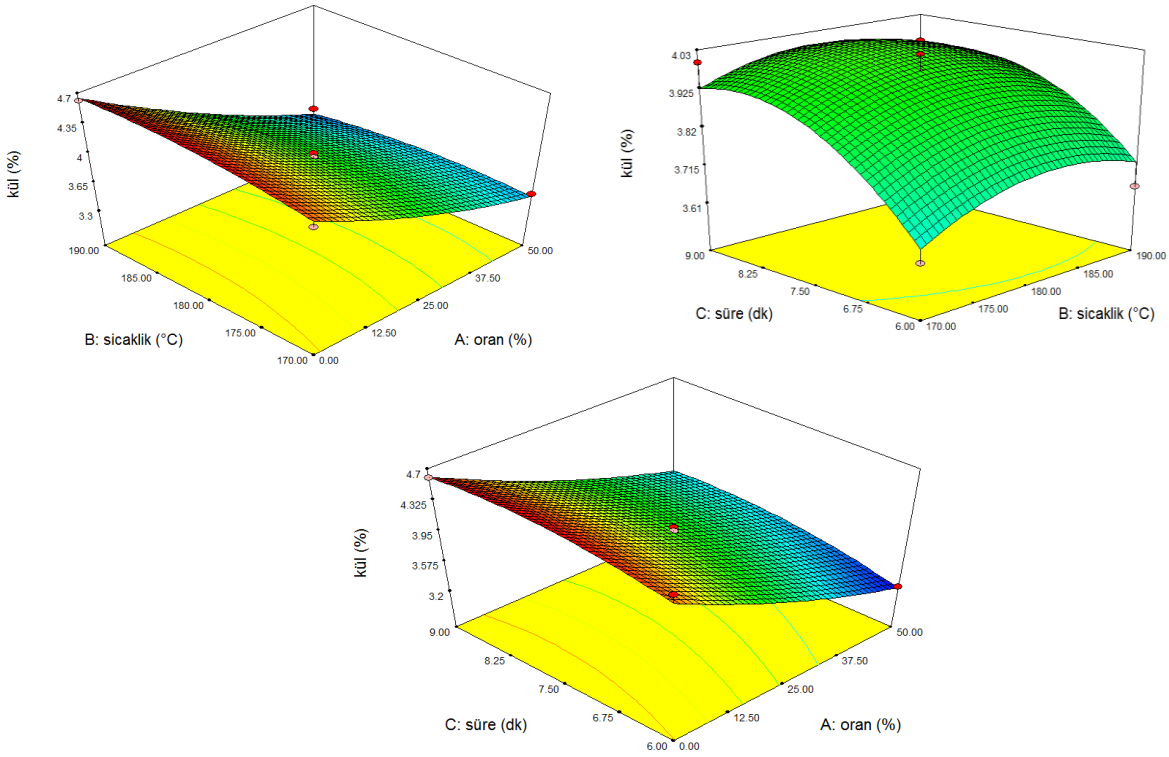
Tablo 3.2'de görüldüğü üzere cipslerin kül miktarları 3.25-4.62 g/100g aralığında değişmektedir. En düşük kül miktarı %50 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (13. deneme noktası), en yüksek kül miktarı ise %0 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 7.5 dk fırınlanmış cipslerde (3. deneme noktası) gözlemlenmiştir.

Cips örneklerinin kül miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına göre (Tablo 3.4) mercimek oranı ve sürenin kül miktarına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunurken, sıcaklığın kül miktarına etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin kül miktarı üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuş olup, modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.4'te verilmiştir. Şekil 3.2'de verilen üç boyutlu grafikler incelendiğinde mercimek unu oranının kül miktarını etkilediği tespit edilmiştir. Hazırlanan un karışımının kül miktarı yüksek olduğundan (Tablo 3.1) mercimek unu ilavesi ile kül miktarında azalma meydana geldiği verilen grafikten anlaşılmaktadır.

Tablo 3.4. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kül miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F-değeri**	**P-değeri**
Model	2.78	9	0.31	36.12	**0.0005**
A-oran	2.55	1	2.55	298.47	< 0.0001
B-sıcaklık	0.00	1	0.00	0.20	0.6713
C-süre	0.11	1	0.11	12.45	0.0168
AB	0.02	1	0.02	2.04	0.2124
AC	0.01	1	0.01	0.68	0.4463
BC	0.00	1	0.00	0.18	0.6881
A^2	0.03	1	0.03	3.19	0.1343
B^2	0.02	1	0.02	2.28	0.1913
C^2	0.04	1	0.04	5.01	0.0753
Uyum Eksikliği	0.04	3	0.01	18.53	**0.0517**
Standart sapma	0.09				
Ortalama	3.94				
R^2	0.98				

Regresyon eşitliği: $Y=3.99-0.57A+0.01B+0.12C-0.07AB+0.04AC-0.02BC+0.09A^2-0.07B^2-0.11C^2$



Şekil 3.2. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kül miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.3. Protein miktarı

Mercimek unu ile katkılanan cips örneklerinin protein miktarları Tablo 3.2'de verilmiştir. Cipslerin protein içeriklerinin 8.35-15.49 g/100g aralığında değiştiği belirlenmiştir. En düşük protein içeriği %0 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (5. deneme noktası) saptanırken, %50 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 7.5 dk fırınlanmış cipslerin (12. deneme noktası) diğer örneklerden daha yüksek protein içerdiği tespit edilmiştir.

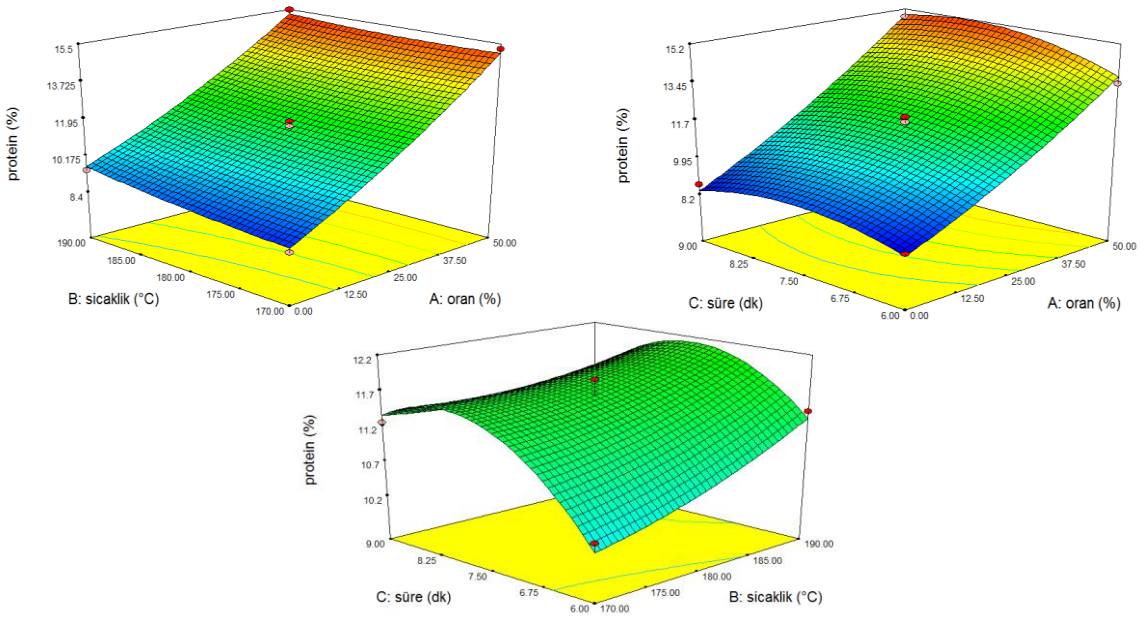
Cips örneklerinin protein miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir. Varyans analizleri değerlendirildiğinde mercimek oranının, sıcaklık ve sürenin protein miktarına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tablo 3.3'ten de görüldüğü üzere yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin protein miktarını belirlemedeki etkinliği önemlidir ($p<0.05$). Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.5'te görülmekte olup determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuştur ($R^2=0.99$).

Cips örneklerinin protein miktarlarının üç boyutlu gösterimi Şekil 3.3'te verilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, cipslerdeki mercimek unu oranı ve sıcaklık arttıkça protein miktarlarının arttığı tespit edilmiştir. Fırınlama süresinin artmasıyla bir süre proteinin arttığı daha sonrasında ise protein miktarının azalmaya başladığı saptanmıştır.

Tablo 3.5. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin protein değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	77.11	9	8.57	94.28	**< 0.0001**
A-oran	72.22	1	72.22	794.75	< 0.0001
B-sıcaklık	0.72	1	0.72	7.89	0.0376
C-süre	0.82	1	0.82	8.98	0.0302
AB	0.14	1	0.14	1.58	0.2638
AC	0.29	1	0.29	3.20	0.1338
BC	0.25	1	0.25	2.74	0.1587
A^2	0.44	1	0.44	4.82	0.0796
B^2	0.06	1	0.06	0.63	0.4625
C^2	1.99	1	1.99	21.87	0.0054
Uyum Eksikliği	0.42	3	0.14	7.25	**0.1236**
Standart sapma	0.30				
Ortalama	11.56				
R^2	0.99				

Regresyon eşitliği: $Y=11.70+3.00A+0.30B+0.32C-0.19AB+0.27AC-0.25BC+0.34A^2+0.12B^2-0.73C^2$



Şekil 3.3. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin protein miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.4. Renk analizi

Farklı oranlarda mercimek unu ilavesi ile üretilip, farklı sıcaklık ve süre normlarında fırınlanan cipslerin renk parametrelerinden *L**, *a** ve *b** değerleri Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Fırınlanmış cips örneklerinin *L**, *a** ve *b** değerleri

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	*L**	*a**	*b**
F1	0	170	7.5	75.78±0.16	4.36±0.11	27.25±0.13
F2	25	180	7.5	75.03±0.13	4.24±0.05	29.66±0.10
F3	0	190	7.5	69.20±0.07	7.75±0.07	28.06±0.18
F4	25	180	7.5	70.54±0.07	6.65±0.05	29.70±0.18
F5	0	180	6	76.24±0.13	3.66±0.05	26.88±0.17
F6	50	170	7.5	69.63±0.05	7.00±0.04	30.20±0.22
F7	50	180	9	67.85±0.12	7.76±0.07	31.28±0.10
F8	25	190	6	74.59±0.13	4.07±0.02	27.40±0.12
F9	25	180	7.5	70.20±0.17	7.36±0.08	30.22±0.12
F10	25	170	9	69.43±0.14	8.04±0.08	30.56±0.20
F11	25	170	6	74.06±0.29	3.86±0.13	26.18±0.45
F12	50	190	7.5	66.54±0.16	8.97±0.10	29.09±0.06
F13	50	180	6	73.32±0.36	3.86±0.07	28.00±0.14
F14	0	180	9	66.72±0.13	9.45±0.06	30.94±0.13
F15	25	190	9	52.60±0.11	14.69±0.05	30.68±0.09

3.2.4.1. *L** değeri

Cips örneklerinin parlaklıklarının ölçütü olarak *L** değerleri belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 3.6'da verilmiştir. Farklı oranlarda mercimek unu ilavesi ile üretilip, farklı sıcaklık ve süre normlarında fırınlanan cipslerin *L** değerleri 52.60-75.78 aralığında saptanmıştır. En düşük *L** değeri %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası) belirlenirken, en yüksek *L** değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 7.5 dk fırınlanmış cipslerde (1. deneme noktası) tespit edilmiştir.

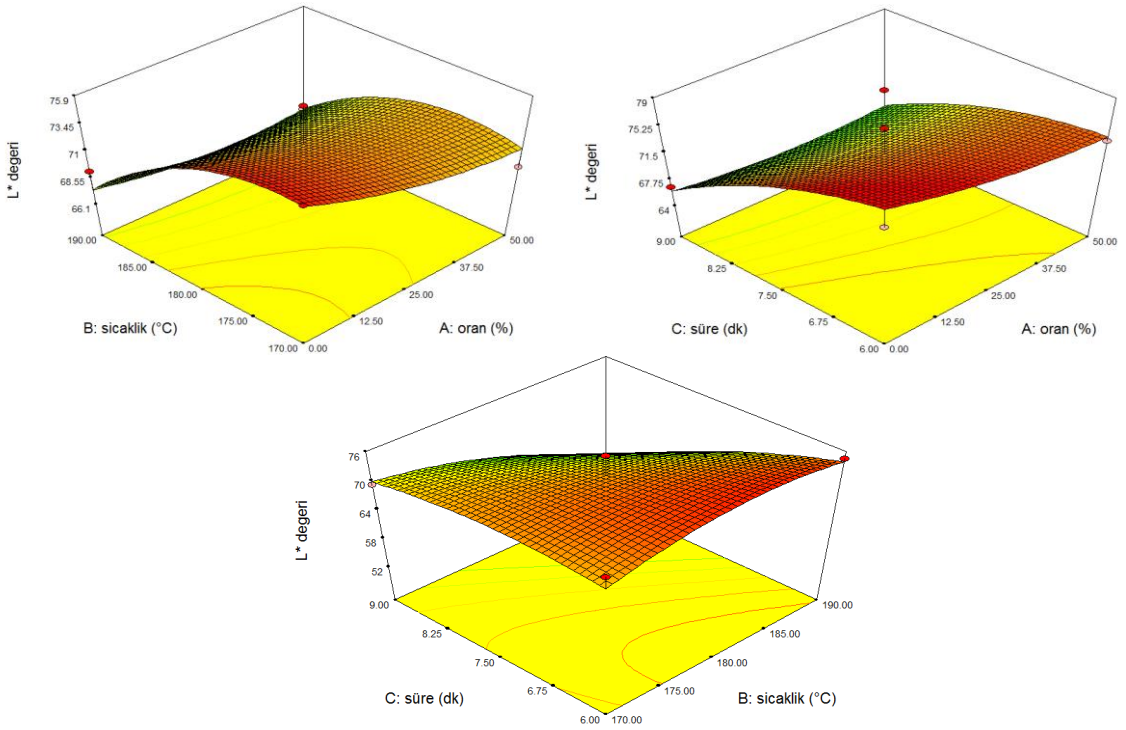
Cips örneklerinin *L** değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analiz tablosu Tablo 3.7'de verilmiştir. Varyans analizleri sonucuna göre mercimek oranının *L** değerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) iken, sıcaklık ve sürenin etkilerinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin *L** değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ayrıca sıcaklık-süre kombinasyonunun interaksiyonel etkisinin de istatistiksel olarak *L** değerini belirlemede önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.7'de verilmiştir.

Şekil 3.4'ten görüldüğü üzere sıcaklık ve sürenin artmasıyla cips örneklerinin *L** (parlaklık) değerinde belirgin bir azalma olmaktadır. Mercimek unu oranının ise *L** değerini çok fazla etkilemediği görülürken, grafiksel olarak gözlenen bu durum Tablo 3.7'de verilen istatistiksel sonuçlarla da örtüşmektedir.

Tablo 3.7. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *L** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F-değeri**	**P-değeri**
Model	434.58	9	48.29	5.60	**0.0362**
A-oran	14.05	1	14.05	1.63	0.2579
B-sıcaklık	84.35	1	84.35	9.78	0.0260
C-süre	216.45	1	216.45	25.10	0.0041
AB	3.05	1	3.05	0.35	0.5777
AC	4.11	1	4.11	0.48	0.5206
BC	75.41	1	75.41	8.75	0.0316
A^2	2.76	1	2.76	0.32	0.5960
B^2	23.01	1	23.01	2.67	0.1633
C^2	11.35	1	11.35	1.32	0.3031
Uyum Eksikliği	28.56	3	9.52	1.31	**0.4607**
Standart sapma	2.94				
Ortalama	70.11				
R^2	0.91				

Regresyon eşitliği: $Y=71.92-1.33A-3.25B-5.20C+0.87AB+1.01AC-4.34BC+0.86A^2-2.50B^2-1.75C^2$



Şekil 3.4. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *L** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

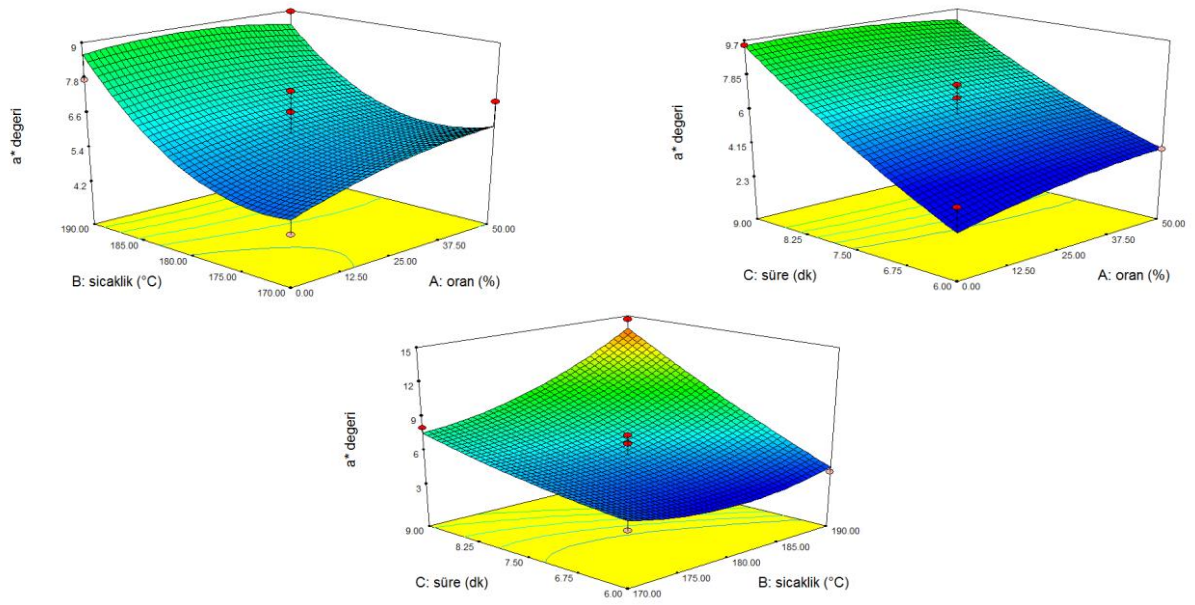
3.2.4.2. *a** değeri

Cips örneklerinin *a** değerleri Tablo 3.6'da verilmiş olup, *a** değerlerinin 3.66-14.69 aralığında değiştiği saptanmıştır. Fırınlanan cipslerde en düşük *a** değeri %0 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (5. deneme noktası) belirlenirken, en yüksek *a** değeri ise %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası) saptanmıştır.

Cips örneklerinin *a** değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.8'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının *a** değerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, sıcaklık ve sürenin *a** değerine etkisi ise önemli ($p<0.05$) saptanmıştır. Ayrıca yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin *a** değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.8'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları interaksiyonel etkilerin önemsiz olduğunu ortaya koymaktadır. Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cips örneklerinin *a** değerleri üzerine etkisini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 3.5'te verilmiştir. Grafikler incelendiğinde mercimek unu oranının *a** değerini etkilemediği, sıcaklık ve sürenin artmasıyla ise *a** değerinin önemli derecede arttığı görülmektedir.

Tablo 3.8. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *a** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	112.33	9	12.48	5.01	**0.0454**
A-oran	0.71	1	0.71	0.28	0.6172
B-sıcaklık	18.67	1	18.67	7.49	0.0409
C-süre	74.92	1	74.92	30.07	0.0028
AB	0.50	1	0.50	0.20	0.6727
AC	0.90	1	0.90	0.36	0.5750
BC	10.37	1	10.37	4.16	0.0969
A^2	0.28	1	0.28	0.11	0.7515
B^2	5.41	1	5.41	2.17	0.2005
C^2	0.51	1	0.51	0.21	0.6691
Uyum Eksikliği	7.11	3	2.37	0.89	**0.5685**
Standart sapma	1.58				
Ortalama	6.78				
R^2	0.90				
Regresyon eşitliği: $Y=6.08+0.30A+1.53B+3.06C-0.35AB-0.47AC+1.61BC-0.27A^2+ 1.21B^2+ 0.37C^2$					



Şekil 3.5. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *a** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.4.3. *b** değeri

Mercimek unu ilave edilen cips örneklerinin *b** değerlerinin 26.18-31.28 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 3.6). Cipsler arasında en düşük *b** değeri %25 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 6 dk

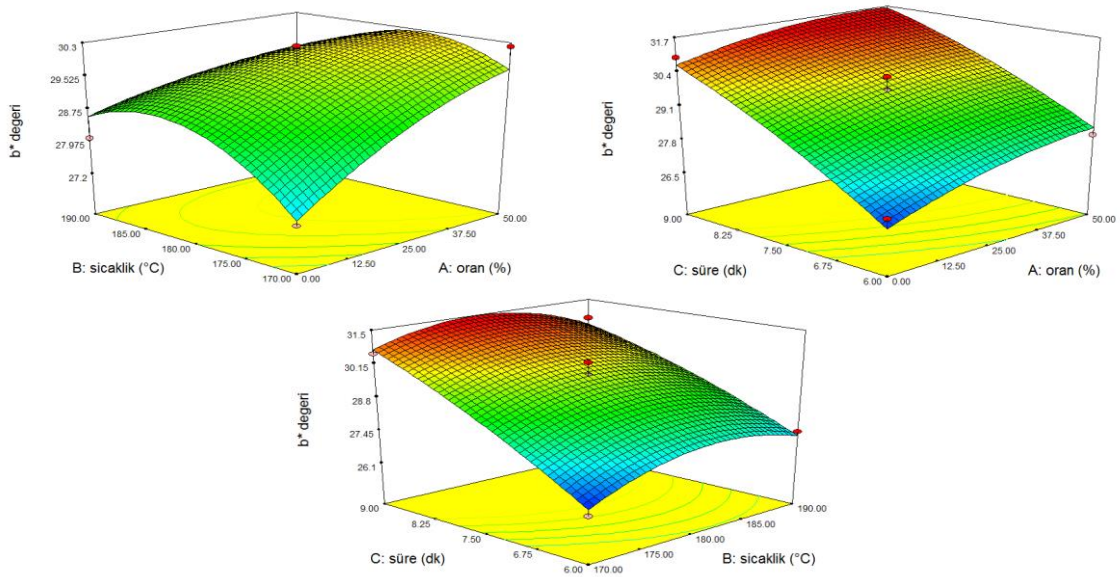
fırınlanmış cipslerde (11. deneme noktası), en yüksek *b** değeri ise %50 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (7. deneme noktası) saptanmıştır.

Cips örneklerinin *b** değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.9'da verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranı ve sürenin *b** değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunurken, sıcaklığın *b** değerine etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin *b** değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.9'da verilmiştir.

Mercimek unu oranının *b** değerini fazla etkilemediği, sürenin artmasıyla ise *b** değerinde artış olduğu Şekil 3.6'da verilen üç boyutlu grafikten de anlaşılmaktadır.

Tablo 3.9. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *b** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F-değeri**	**P-değeri**
Model	36.57	9	4.06	15.06	**0.0041**
A-oran	3.71	1	3.71	13.75	0.0139
B-sıcaklık	0.13	1	0.13	0.50	0.5116
C-süre	28.09	1	28.09	104.11	0.0002
AB	0.92	1	0.92	3.41	0.1242
AC	0.15	1	0.15	0.56	0.4865
BC	0.30	1	0.30	1.11	0.3401
A^2	0.37	1	0.37	1.39	0.2915
B^2	2.92	1	2.92	10.81	0.0218
C^2	0.25	1	0.25	0.94	0.3773
Uyum Eksikliği	1.15	3	0.38	3.92	**0.2100**
Standart sapma	0.52				
Ortalama	29.07				
R^2	0.96				
Regresyon eşitliği:	$Y=29.86+0.68A+0.13B+1.87C-0.48AB-0.20AC-0.27BC-0.32A^2-0.89B^2-0.26C^2$				



Şekil 3.6. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *b** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.5. Fırınlanmış cips örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteleri

Mercimek unu ilave edilerek üretilen cipslerin biyoaktif özelliklerinin değerlendirilmesi için toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizleri yapılmış olup, sonuçlar Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Fırınlanmış cipslerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g)	Antioksidan Kapasite (% inhibisyon)
F1	0	170	7.5	88.75±0.47	26.28±0.88
F2	25	180	7.5	103.14±0.34	32.18±0.37
F3	0	190	7.5	124.71±1.43	41.63±0.44
F4	25	180	7.5	97.32±0.98	31.80±1.06
F5	0	180	6	83.62±1.34	21.92±0.29
F6	50	170	7.5	101.90±0.52	33.45±0.79
F7	50	180	9	102.04±0.47	52.87±0.60
F8	25	190	6	96.56±0.53	20.54±0.09
F9	25	180	7.5	115.40±0.82	37.65±0.30
F10	25	170	9	116.08±0.57	42.07±0.65
F11	25	170	6	66.77±0.79	25.85±0.42
F12	50	190	7.5	118.82±0.49	47.26±0.44
F13	50	180	6	77.59±0.59	27.72±0.44
F14	0	180	9	138.14±0.89	26.31±0.53
F15	25	190	9	151.97±0.96	57.73±0.16

3.2.5.1. Toplam fenolik madde miktarı

Cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu metoduna göre belirlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir. Cipslerin toplam fenolik madde miktarları 66.77-151.97 mg GAE/100 g aralığında saptanmıştır. En düşük toplam fenolik madde miktarı %25 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (11. deneme noktası) belirlenirken, en yüksek fenolik madde miktarı ise %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası) saptanmıştır.

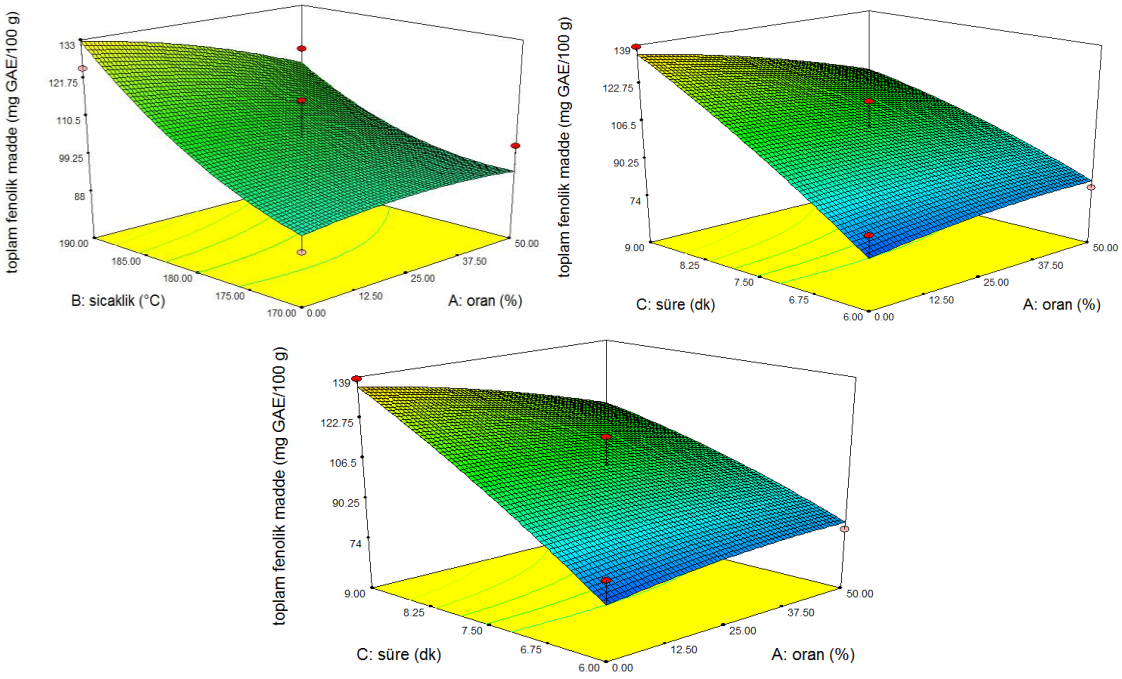
Cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarları üzerine mercimek oranı, sıcaklık ve süre parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.11'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının toplam fenolik madde miktarına etkisi önemsiz ($p>0.05$) iken, fırınlama sıcaklığı ve süresinin etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin toplam fenolik madde miktarını belirlemede etkinliği önemli bulunmuştur. Modele ait regresyon eşitliği de Tablo 3.11'de verilmiştir.

Şekil 3.7'de farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarları üzerindeki etkisi üç boyutlu olarak gösterilmektedir. Mercimek unu oranının cipslerin toplam fenolik madde miktarları üzerinde çok etkili olmadığı gözlemlenmektedir. Fırınlama sıcaklık ve sürelerinin ise cipslerin toplam fenolik madde miktarında artışa sebep olduğu görülebilmektedir (Şekil 3.7). Grafiksel olarak da gözlenen bu durum Tablo 3.11'de verilen istatistiksel sonuçlarla da desteklenmektedir.

Tablo 3.11. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	6618.71	9	735.41	6.35	**0.0278**
A-oran	151.93	1	151.93	1.31	0.3037
B-sıcaklık	1757.11	1	1757.11	15.18	0.0114
C-süre	4218.15	1	4218.15	36.45	0.0018
AB	90.64	1	90.64	0.78	0.4167
AC	226.03	1	226.03	1.95	0.2211
BC	9.29	1	9.29	0.08	0.7883
A^2	16.56	1	16.56	0.14	0.7208
B^2	106.97	1	106.97	0.92	0.3805
C^2	29.36	1	29.36	0.25	0.6359
Uyum Eksikliği	408.25	3	136.08	1.60	**0.4074**
Standart sapma	10.76				
Ortalama	105.52				
R^2	0.92				

Regresyon eşitliği: $Y=105.28-4.36A+14.82B+22.96C-4.76AB-7.52AC+1.52BC-2.12A^2-5.38B^2-2.82C^2$



Şekil 3.7. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.5.2. Antioksidan kapasite

Cips örneklerinin DDPH yöntemi ile belirlenen antioksidan kapasite değerleri %20.54-57.73 aralığında değişmektedir (Tablo 3.10). En düşük antioksidan kapasite değeri %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (8. deneme noktası) belirlenirken, en yüksek antioksidan kapasite değeri ise %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası) saptanmıştır.

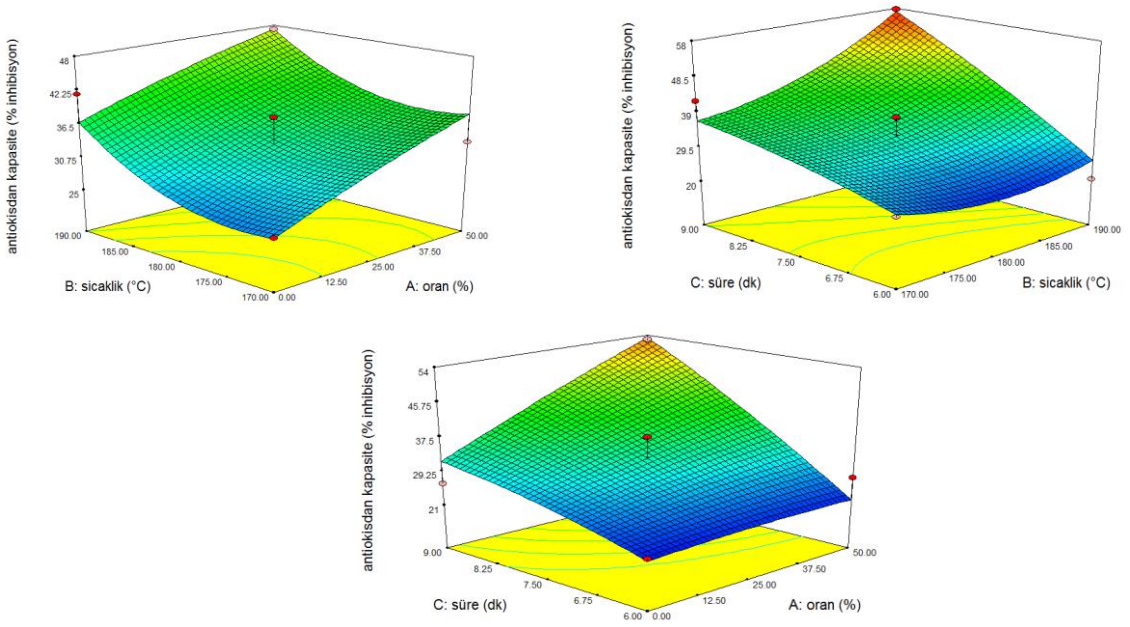
Cips örneklerinin antioksidan kapasite değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi Tablo 3.12'de verilmiştir. Mercimek oranı ve fırınlama süresinin antioksidan kapasite değeri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) iken, fırınlama sıcaklığının etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Kullanılan modelin örneklerin antioksidan kapasite değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt parametrelerinden mercimek unu ilaveli cips örneklerinin antioksidan kapasitelerini tahmin eden regresyon modelinin determinasyon katsayısı yüksektir ($R^2 = 0.90$). Modele ait regresyon eşitliği de Tablo 3.12'de görülebilmektedir.

Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin antioksidan kapasite üzerindeki etkisi üç boyutlu olarak Şekil 3.8'de gösterilmektedir. Mercimek unu oranı ve fırınlama süresi arttıkça antioksidan kapasitede artışa sebep olduğu üç boyutlu grafikten de görülmektedir. Fırınlama sıcaklığının ise antioksidan kapasiteyi çok fazla etkilemediği saptanmıştır.

Tablo 3.12. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin antioksidan kapasite değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1591.51	9	176.83	4.79	**0.0497**
A-oran	254.91	1	254.91	6.90	0.0467
B-sıcaklık	195.20	1	195.20	5.28	0.0699
C-süre	859.89	1	859.89	23.27	0.0048
AB	0.60	1	0.60	0.02	0.9037
AC	107.81	1	107.81	2.92	0.1483
BC	109.99	1	109.99	2.98	0.1451
A^2	1.04	1	1.04	0.03	0.8733
B^2	53.57	1	53.57	1.45	0.2824
C^2	4.77	1	4.77	0.13	0.7340
Uyum Eksikliği	163.31	3	54.44	5.08	**0.1690**
Standart sapma	6.08				
Ortalama	35.02				
R^2	0.90				

Regresyon eşitliği: $Y=33.87+5.64A+4.94B+10.37C-0.39AB+5.19AC+5.24BC-0.53A^2+3.81B^2-1.14C^2$



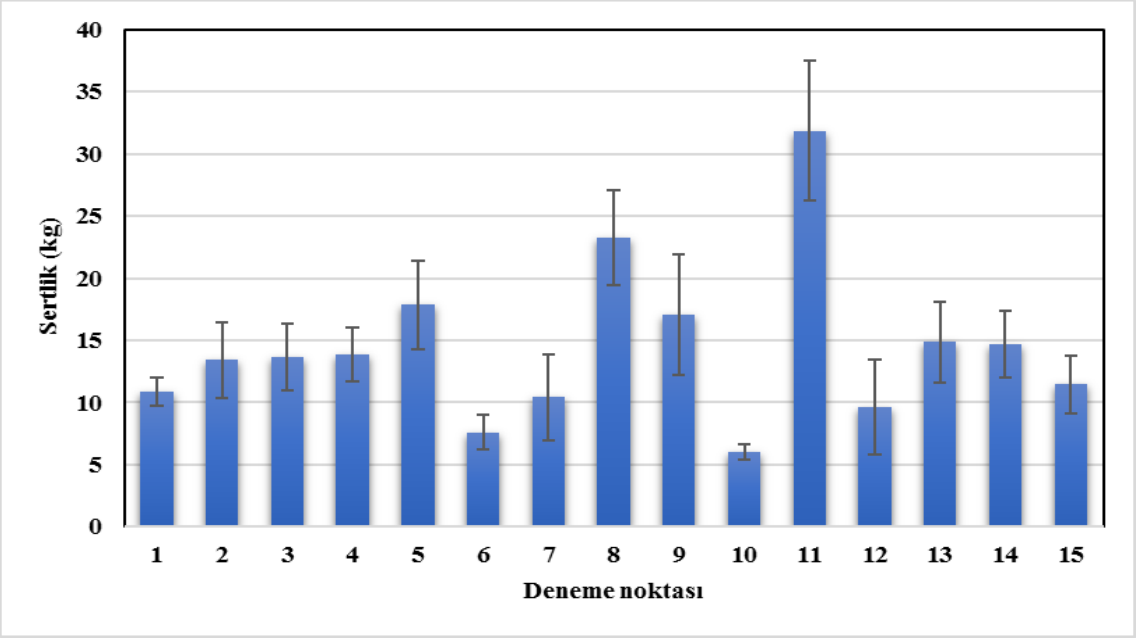
Şekil 3.8. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam antioksidan kapasite değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.6. Tekstür analizi

Mercimek unu ilaveli cips örneklerinin sertlik değerleri Şekil 3.9'da verilmiş olup, cipslerin sertlik değerlerinin 5.99-31.87 kg aralığında değiştiği saptanmıştır. En düşük sertlik değeri %25 mercimek unu ilaveli 170 ºC'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (10. deneme noktası) saptanırken, en yüksek sertlik değeri ise %25 mercimek unu ilaveli 170 ºC'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (11. deneme noktası) tespit edilmiştir.

Cips örneklerinin sertlik değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına göre (Tablo 3.13), mercimek oranı ve sıcaklığın sertlik değerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) iken, fırınlama süresinin sertlik değerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin sertlik değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunurken, modelin determinasyon katsayısı $R^2=0.92$ olarak saptanmıştır. Mercimek oranı ve sıcaklığın bireysel olarak etkileri önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, süre ile olan interaksiyonel etkilerinin sertlik değeri üzerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.13'te verilmiştir.

Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu olarak gösterimi Şekil 3.10'da verilmiştir. Fırınlama süresindeki artışın sertlik değerini azalttığı saptanırken, kullanılan mercimek unu oranı ve fırınlama sıcaklığının sertlik değerini fazla etkilemediği anlaşılmaktadır (Şekil 3.10).

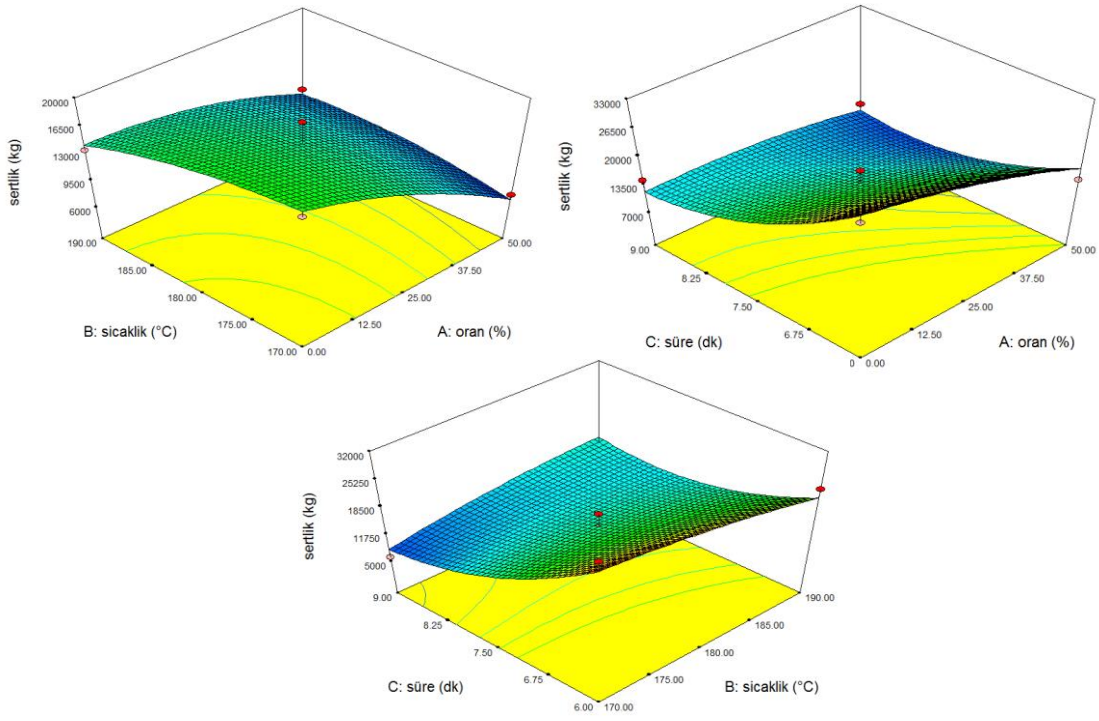


Şekil 3.9. Fırınlanmış cips örneklerinin sertlik değerleri

Tablo 3.13. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	19043118.47	9	2115902.05	8.61	**0.0048**
A-oran	29094.91	1	29094.91	0.12	0.7408
B-sıcaklık	737277.63	1	737277.63	3.00	0.1268
C-süre	2004971.42	1	2004971.42	8.16	0.0244
AB	638812.28	1	638812.28	2.60	0.1509
AC	6411397.05	1	6411397.05	26.10	0.0014
BC	1680156.48	1	1680156.48	6.84	0.0347
A^2	7273051.94	1	7273051.94	29.61	0.0010
B^2	145444.80	1	145444.80	0.59	0.4668
C^2	343981.10	1	343981.10	1.40	0.2753
Uyum Eksikliği	1121391.51	3	373797.1702	2.50	**0.1986**
Standart sapma	495.64				
Ortalama	11843.69				
R^2	0.92				

Regresyon eşitliği: $Y=14773.60-4435.03A-796.61B-7281.75C +1827.90AB +2920.35AC+ 3527.00BC-1383.64A^2-951.28B^2+4319.95C^2$



Şekil 3.10. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.7. Hidroksi metil furfural (HMF) miktarı

Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cips örneklerinin HMF miktarları Tablo 3.14'te verilmiş olup, örneklerin HMF içeriklerinin 0.69-80.92 mg/kg aralığında değiştiği belirlenmiştir. En düşük HMF içeriğine sahip örnek %25 mercimek unu ilave edilen 170 °C'de 6 dk fırınlanmış cips olarak bulunurken (11. deneme noktası), en yüksek HMF içeriğine sahip örnek ise %25 mercimek unu ilave edilen 190 °C'de 9 dk süreyle fırınlanmış (15. deneme noktası) cips olarak tespit edilmiştir.

Cips örneklerinin HMF miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları ve modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.15 'te verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek unu oranı, fırınlama sıcaklık ve süresinin HMF miktarına etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Kullanılan modelin örneklerin HMF miktarını belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. İşlem parametrelerinin birbirleri ile olan tüm interaksiyonel etkileri HMF miktarını belirlemede önem ($p<0.05$) arz ettiği belirlenmiştir. Tablo 3.15'teki regresyon modeline ait determinasyon katsayısı yüksek ($R^2= 0.99$) olup, bu model ile cips örneklerinin HMF miktarlarının mercimek unu, fırınlama sıcaklık ve süresine göre etkili bir biçimde belirlenebileceğini göstermektedir.

Mercimek unu oranı, fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin HMF miktarına etkisini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 3.11'de verilmiştir. Fırınlama sıcaklık ve süresinin artmasıyla HMF miktarı artarken, aksine mercimek unu oranındaki artışın HMF miktarında azalmaya neden olduğu saptanmıştır.

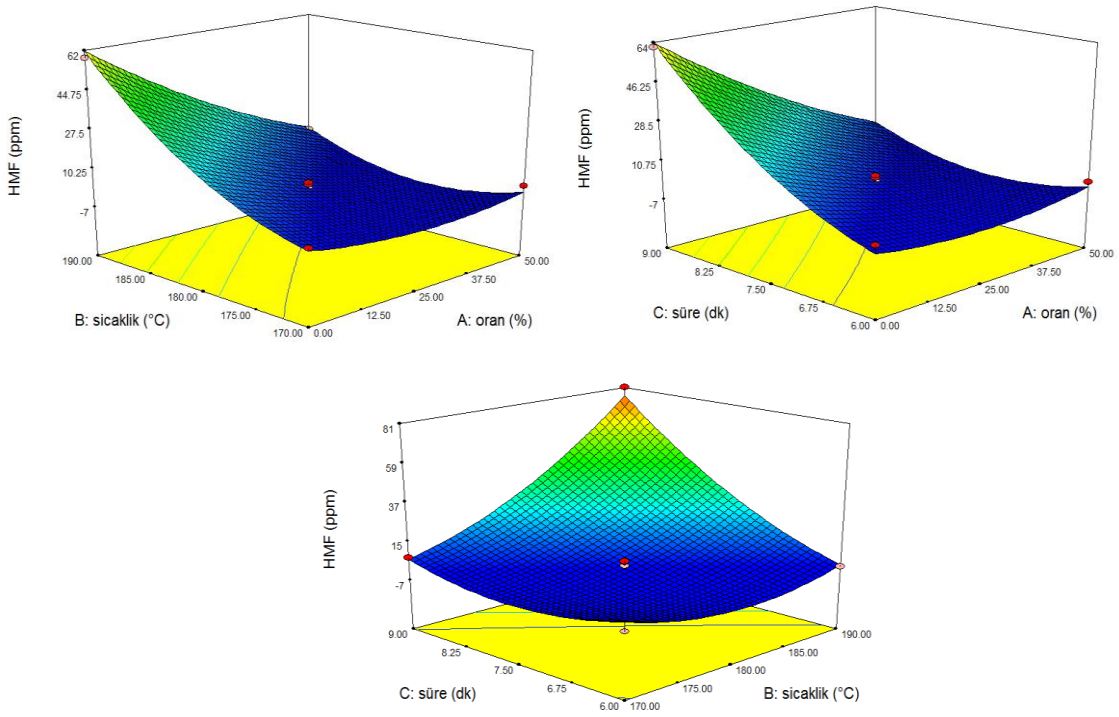
Tablo 3.14. Fırınlanmış cips örneklerinin HMF miktarları

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	HMF (mg/kg)
F1	0	170	7.5	3.11±0.08
F2	25	180	7.5	1.35±0.07
F3	0	190	7.5	58.81±0.91
F4	25	180	7.5	3.23±0.17
F5	0	180	6	1.60±0.14
F6	50	170	7.5	2.58±0.02
F7	50	180	9	2.46±0.04
F8	25	190	6	0.95±0.02
F9	25	180	7.5	4.02±0.03
F10	25	170	9	5.99±0.03
F11	25	170	6	0.69±0.08
F12	50	190	7.5	6.13±0.32
F13	50	180	6	0.91±0.00
F14	0	180	9	61.84±0.70
F15	25	190	9	80.92±0.36

Tablo 3.15. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin HMF miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	10180.81	9	1131.20	51.26	**0.0002**
A-oran	1603.72	1	1603.72	72.67	0.0004
B-sıcaklık	2259.44	1	2259.44	102.38	0.0002
C-süre	2703.36	1	2703.36	122.50	0.0001
AB	679.75	1	679.75	30.80	0.0026
AC	861.30	1	861.30	39.03	0.0015
BC	1393.94	1	1393.94	63.16	0.0005
A^2	80.77	1	80.77	3.66	0.1139
B^2	377.72	1	377.72	17.12	0.0090
C^2	309.76	1	309.76	14.04	0.0133
Uyum Eksikliği	106.59	3	35.53	18.95	**0.0505**
Standart sapma	4.70				
Ortalama	15.64				
R^2	0.99				

Regresyon eşitliği: $Y=2.87-14.16A+16.81B+18.38C-13.04AB-14.67AC+18.67BC+4.68A^2+10.11B^2+9.16C^2$



Şekil 3.11. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin HMF miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.8. Enzime dirençli nişasta (EDN) miktarı

Mercimek unu ilaveli cips örneklerinin enzime dirençli nişasta (EDN) miktarları Tablo 3.16'da verilmiştir. Cipslerin EDN içeriklerinin 0.90-3.52 g/100 g kuru ağırlık aralığında değiştiği saptanmıştır. En düşük EDN içeriği %0 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 7.5 dk fırınlanmış cipslerde (3. deneme noktası) 0.90 g/100 g kuru ağırlık düzeyinde belirlenirken, en yüksek EDN ise %50 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 7.5 dk fırınlanmış cipslerde (12. deneme noktası) 3.52 g/100 g kuru ağırlık seviyesinde tespit edilmiştir.

Cips örneklerinin EDN miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları (Tablo 3.17), mercimek unu oranının EDN miktarına etkisinin önemli ($p<0.05$), fırınlama sıcaklık ve süresinin etkisinin ise önemsiz ($p>0.05$) olduğunu ortaya koymaktadır. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin EDN miktarını belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) olup, modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.17'de verilmiştir. Mercimek unu ilavesi ile üretilen cips örneklerinin EDN içeriklerini tahmin eden regresyon modelinin determinasyon katsayısı yüksek bulunmuştur (R^2 =0.91).

Mercimek unu oranı ile fırınlama sıcaklık ve sürelerinin cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 3.12'de verilmiştir. Grafikler incelendiğinde mercimek unu oranındaki artışın EDN miktarını arttırdığı görülmektedir. Bu

durum varyans analizi tablosundaki (Tablo 3.17) istatistiksel verilerle de örtüşmektedir. Benzer şekilde Şekil 3.12'de fırınlama sıcaklık ve süresinin örneklerin EDN miktarları üzerine etkilerinin olmadığı anlaşılmaktadır.

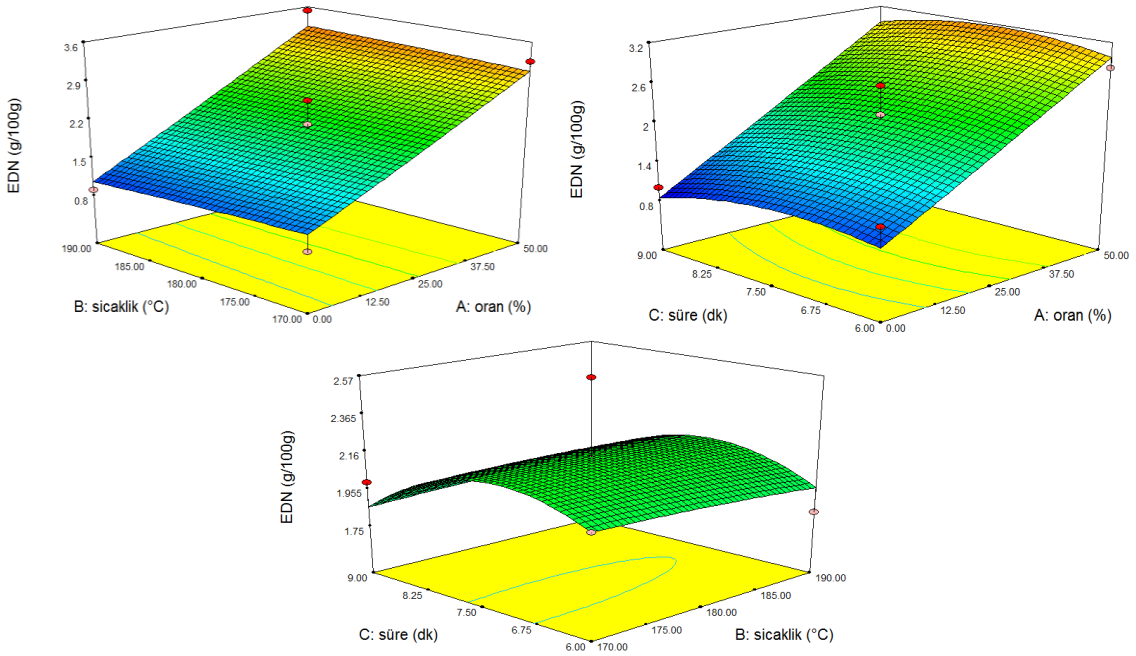
Tablo 3.16. Fırınlanmış cips örneklerinin EDN miktarları

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	EDN (g/100 g kuru ağırlık)
F1	0	170	7.5	0.94±0.03
F2	25	180	7.5	2.56±0.01
F3	0	190	7.5	0.90±0.03
F4	25	180	7.5	2.13±0.03
F5	0	180	6	1.07±0.02
F6	50	170	7.5	3.25±0.01
F7	50	180	9	2.64±0.04
F8	25	190	6	1.83±0.02
F9	25	180	7.5	1.75±0.02
F10	25	170	9	1.99±0.02
F11	25	170	6	2.03±0.02
F12	50	190	7.5	3.52±0.00
F13	50	180	6	2.82±0.02
F14	0	180	9	1.01±0.00
F15	25	190	9	1.88±0.02

Tablo 3.17. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	8.26	9	0.92	5.56	**0.0367**
A-oran	8.04	1	8.04	48.71	0.0009
B-sıcaklık	0.00	1	0.00	0.01	0.9410
C-süre	0.04	1	0.04	0.21	0.6635
AB	0.02	1	0.02	0.14	0.7235
AC	0.01	1	0.01	0.05	0.8280
BC	0.00	1	0.00	0.01	0.9110
A^2	0.00	1	0.00	0.00	0.9471
B^2	0.00	1	0.00	0.00	0.9566
C^2	0.15	1	0.15	0.90	0.3867
Uyum Eksikliği	0.50	3	0.17	1.02	**0.5288**
Standart sapma	0.41				
Ortalama	2.04				
R^2	0.91				

Regresyon eşitliği: $Y=2.15+1.00A-0.01B-0.07C+0.08AB+0.05AC+0.02BC+0.01A^2-0.01B^2-0.20C^2$



Şekil 3.12. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.9. Duyusal analiz

Cips örneklerinin duyusal analiz sonuçları Tablo 3.18'de verilmiştir.

Tablo 3.18. Fırınlanan cipslerin duyusal analiz sonuçları

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Renk	Koku	Lezzet	Gevreklik	Genel Beğeni
F1	0	170	7.5	5.97±1.67	5.77±1.63	5.08±1.80	5.35±2.01	5.32±1.61
F2	25	180	7.5	4.67±1.60	4.87±1.89	4.75±1.80	6.50±1.60	5.10±1.74
F3	0	190	7.5	4.85±1.96	4.62±1.82	4.07±1.99	5.45±2.07	4.45±1.85
F4	25	180	7.5	5.03±1.87	4.98±1.89	4.23±1.79	5.92±1.78	4.70±1.58
F5	0	180	6	6.25±1.92	5.55±1.86	5.30±1.81	6.35±1.52	5.57±1.66
F6	50	170	7.5	6.07±1.66	5.35±1.80	4.78±1.69	5.67±1.79	5.00±1.66
F7	50	180	9	2.72±1.61	3.73±1.70	2.92±1.55	4.88±2.12	3.27±1.57
F8	25	190	6	5.78±1.53	5.15±1.71	5.12±1.83	6.35±1.54	5.52±1.56
F9	25	180	7.5	5.13±1.60	5.25±1.66	4.80±1.67	5.90±1.61	5.07±1.47
F10	25	170	9	4.62±1.52	5.02±1.68	4.32±1.68	5.70±1.70	4.77±1.57
F11	25	170	6	6.32±1.62	5.88±1.44	5.20±1.67	5.88±1.57	5.42±1.44
F12	50	190	7.5	3.07±1.56	3.63±1.75	2.85±1.51	4.43±2.09	3.07±1.33
F13	50	180	6	5.22±1.60	5.13±1.78	4.60±1.62	5.62±1.74	4.87±1.67
F14	0	180	9	4.83±1.72	4.88±1.61	4.38±1.65	5.32±1.72	4.58±1.58
F15	25	190	9	2.67±1.73	3.47±1.77	2.78±1.33	4.50±2.10	2.97±1.50

3.2.7.1. Renk

Mercimek unu ilaveli cips örneklerinin duyusal analiz sonuçlarına göre renk değerlerinin 2.67-6.32 aralığında değiştiği saptanmıştır (Tablo 3.18). Cipslerde en düşük renk değeri %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası), en yüksek renk değeri ise %25 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (11. deneme noktası) belirlenmiştir.

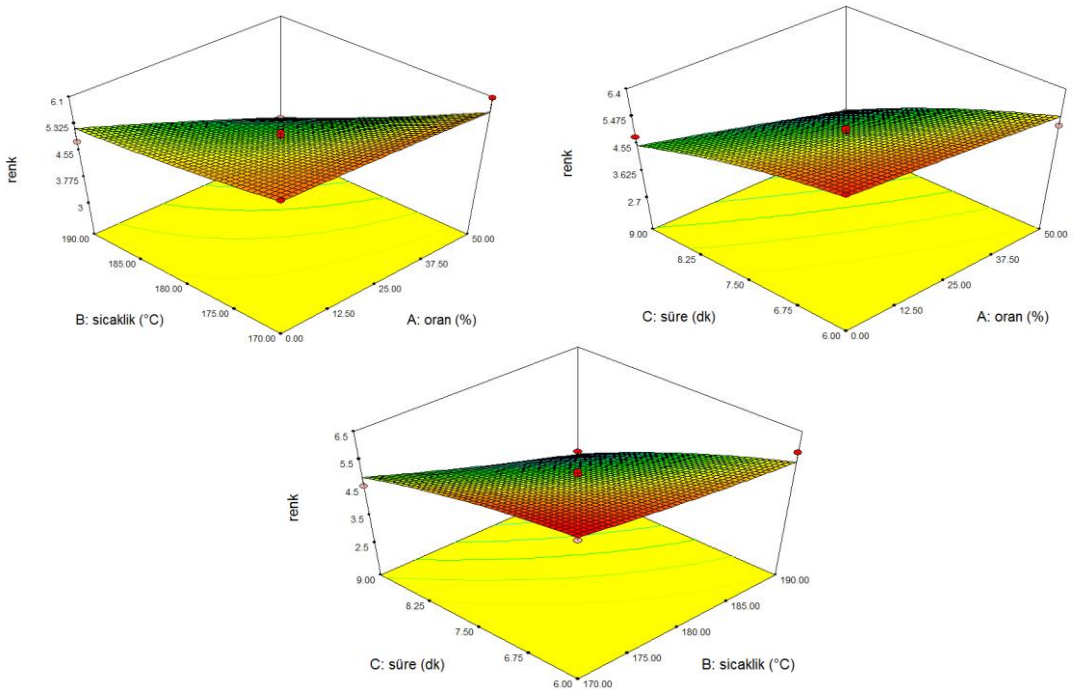
Cips örneklerinin renk değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.19'da verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranı, fırınlama sıcaklık ve süresinin renk değerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin renk değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuş olup, modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.19'da verilmiştir.

Şekil 3.13'te renk değerinin üç boyutlu gösteriminden görüldüğü üzere mercimek oranı, sıcaklık ve sürenin artmasıyla cips örneklerindeki renk dönüşümünden dolayı renk değerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.19. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin renk değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	19.71	9	2.19	13.28	**0.0054**
A-oran	2.92	1	2.92	17.71	0.0084
B-sıcaklık	5.45	1	5.45	33.03	0.0022
C-süre	9.53	1	9.53	57.83	0.0006
AB	0.89	1	0.89	5.38	0.0681
AC	0.29	1	0.29	1.78	0.2397
BC	0.50	1	0.50	3.04	0.1415
A^2	0.00	1	0.00	0.01	0.9129
B^2	0.02	1	0.02	0.10	0.7628
C^2	0.10	1	0.10	0.62	0.4678
Uyum Eksikliği	0.70	3	0.23	3.88	**0.2114**
Standart sapma	0.41				
Ortalama	4.88				
R^2	0.96				

Regresyon eşitliği: $Y=4.94-0.60A-0.83B-1.09C-0.47AB-0.27AC-0.35BC-0.02A^2+ 0.07B^2-0.17C^2$



Şekil 3.13. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin renk değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.7.2. Koku

Cips örneklerinin koku değerlerinin 3.47-5.88 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 3.18). Cipslerde en düşük koku değeri %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası), en yüksek koku değeri ise %25 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (11. deneme noktası) saptanmıştır.

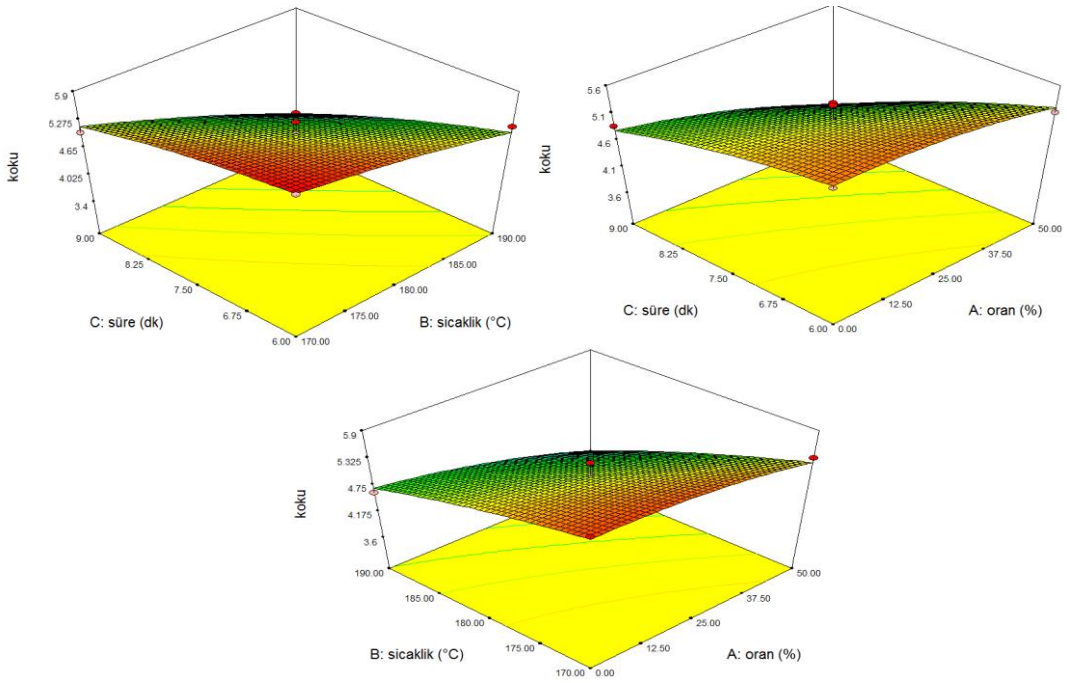
Yüzey-yanıt yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen cips örneklerinin koku değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.20'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranı, sıcaklık ve sürenin koku değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin koku değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuş ve modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.20'de verilmiştir.

Şekil 3.14'te verilen üç boyutlu grafikler incelendiğinde mercimek unu oranı, fırınlama süresi ve sıcaklığı arttıkça koku değerinde az da olsa bir düşüş tespit edilmiştir.

Tablo 3.20. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin koku değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F-değeri**	**P-değeri**
Model	7.55	9	0.84	27.51	**0.0010**
A-oran	1.10	1	1.10	36.09	0.0018
B-sıcaklık	3.32	1	3.32	108.75	0.0001
C-süre	2.66	1	2.66	87.39	0.0002
AB	0.08	1	0.08	2.63	0.1656
AC	0.13	1	0.13	4.41	0.0898
BC	0.17	1	0.17	5.47	0.0665
A^2	0.06	1	0.06	1.83	0.2341
B^2	0.02	1	0.02	0.57	0.4834
C^2	0.03	1	0.03	0.88	0.3904
Uyum Eksikliği	0.08	3	0.03	0.65	**0.6534**
Standart sapma	0.17				
Ortalama	4.89				
R^2	0.98				

Regresyon eşitliği: $Y=5.03-0.37A-0.64B-0.58C-0.14AB-0.18AC-0.20BC-0.12A^2-0.07B^2-0.09C^2$



Şekil 3.14. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin koku değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.7.3. Lezzet

Cips örneklerinin lezzet değerlerinin 2.78-5.88 aralığında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.18). Mercimek unu ilave edilen cips örneklerinin en düşük lezzet değeri %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası), en yüksek lezzet değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (5. deneme noktası) tespit edilmiştir.

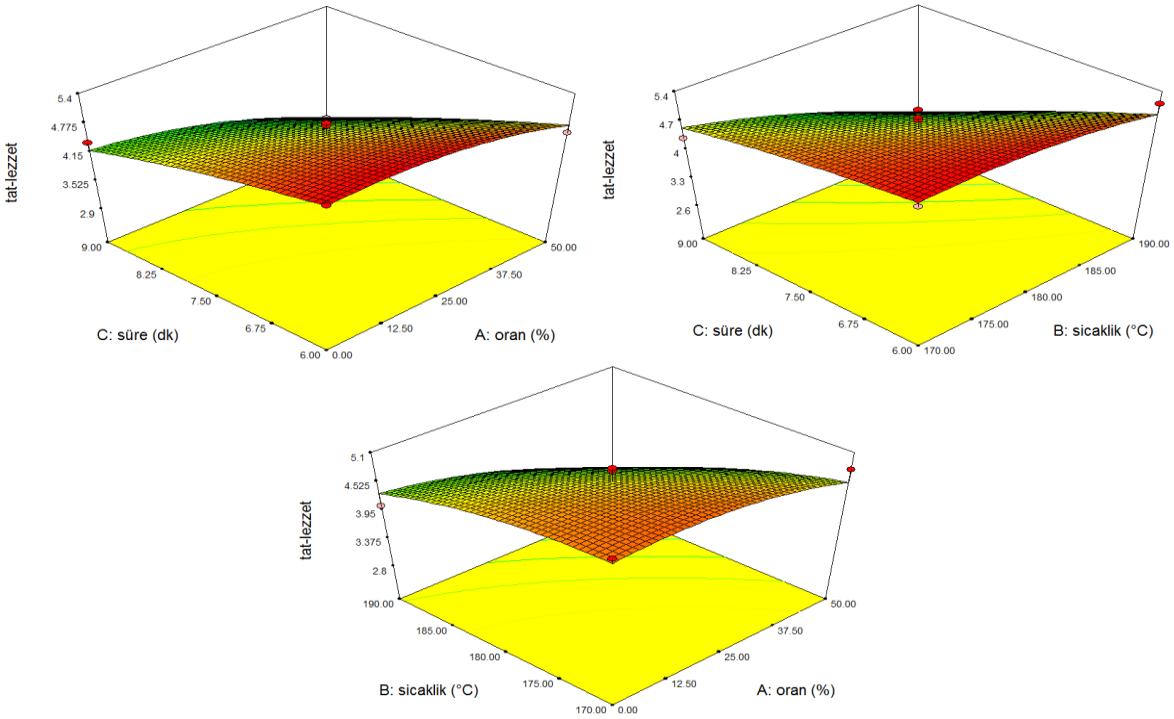
Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cips örneklerinin lezzet değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.21'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranı, sıcaklık ve sürenin lezzet değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin lezzet değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuş olup, modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.21'de verilmiştir.

Mercimek unu oranı, fırınlama sıcaklık ve süresinin lezzet değerine etkisini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 3.15'te verilmiştir. Mercimek unu oranı, sıcaklık ve sürenin artmasıyla lezzet değerinin azaldığı saptanmıştır.

Tablo 3.21. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin lezzet değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	9.70	9	1.08	10.37	**0.0095**
A-oran	1.70	1	1.70	16.32	0.0099
B-sıcaklık	2.61	1	2.61	25.09	0.0041
C-süre	4.23	1	4.23	40.71	0.0014
AB	0.21	1	0.21	2.02	0.2143
AC	0.15	1	0.15	1.41	0.2877
BC	0.53	1	0.53	5.06	0.0743
A^2	0.19	1	0.19	1.82	0.2350
B^2	0.11	1	0.11	1.05	0.3516
C^2	0.02	1	0.02	0.16	0.7017
Uyum Eksikliği	0.32	3	0.11	1.09	**0.5106**
Standart sapma	0.32				
Ortalama	4.35				
R^2	0.95				

Regresyon eşitliği: $Y=4.59-0.46A-0.57B-0.73C-0.23AB-0.19AC-0.36BC-0.23A^2-0.17B^2-0.07C^2$



Şekil 3.15. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin lezzet değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.7.4. Gevreklik

Cips örneklerinin gevreklik değerleri Tablo 3.18'de verilmiş olup, cipslerin gevreklik değerlerinin 4.43-6.50 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En düşük gevreklik değeri %50 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 7.5 dk fırınlanmış cipslerde (12. deneme noktası), en yüksek gevreklik değeri ise %25 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 7.5 dk fırınlanmış cipslerde (2. deneme noktası) saptanmıştır.

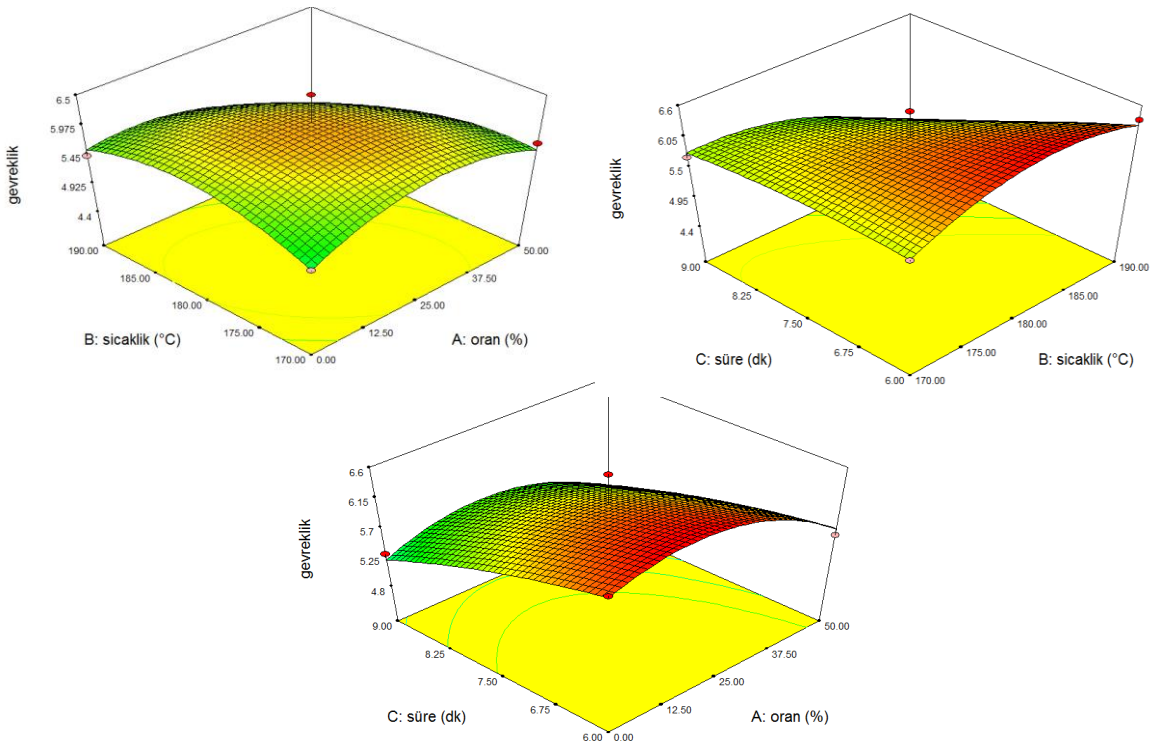
Cips örneklerinin gevreklik değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.22'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranı, sıcaklık ve sürenin gevreklik üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin gevrekliğini belirlemedeki etkinliği önemli ($p<0.05$) olup, modele ait regresyon eşitliği de Tablo 3.22'de verilmiştir. İşlem parametrelerinden oran-sıcaklık ve sıcaklık-süre interaksiyonel etkilerinin de gevrekliğin belirlenmesinde önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cips örneklerinin gevrekliği üzerindeki etkisini gösteren üç boyutlu grafik Şekil 3.16'da verilmiştir. Mercimek oranı, fırınlama sıcaklık ve süresindeki artışın cipslerin gevrekliğini arttırdığı grafikten takip edilebilmektedir.

Tablo 3.22. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin gevreklik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F-değeri**	**P-değeri**
Model	5.18	9	0.58	9.93	**0.0105**
A-oran	0.44	1	0.44	7.52	0.0407
B-sıcaklık	0.44	1	0.44	7.52	0.0407
C-süre	1.81	1	1.81	31.16	0.0025
AB	0.44	1	0.44	7.67	0.0394
AC	0.02	1	0.02	0.39	0.5605
BC	0.69	1	0.69	11.99	0.0180
A^2	0.83	1	0.83	14.30	0.0129
B^2	0.61	1	0.61	10.56	0.0227
C^2	0.03	1	0.03	0.52	0.5033
Uyum Eksikliği	0.06	3	0.02	0.16	**0.9147**
Standart sapma	0.24				
Ortalama	5.59				
R^2	0.95				

Regresyon eşitliği: $Y=6.11-0.23A-0.23B-0.46C-0.33AB+0.07AC-0.42BC-0.47A^2-0.41B^2-0.09C^2$



Şekil 3.16. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin gevreklik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.2.7.5. Genel beğeni

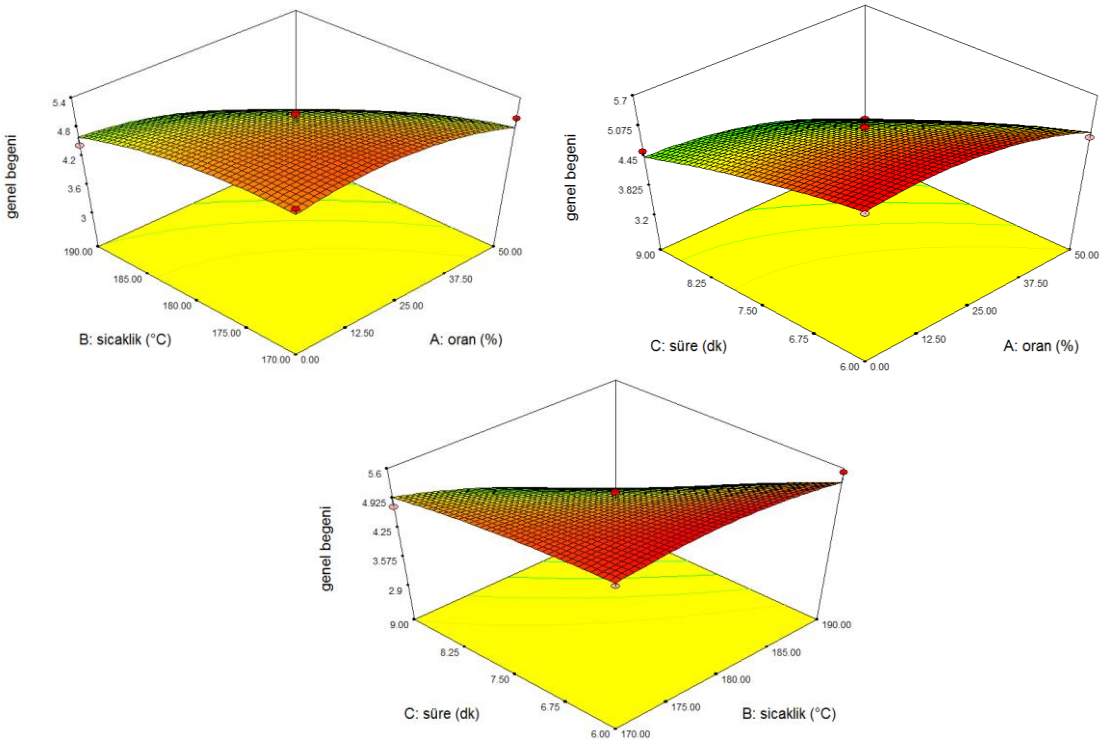
Cips örneklerinin genel beğeni değerleri Tablo 3.18'de verilmiş olup, cipslerin genel beğeni değerlerinin 2.97-5.57 aralığında değiştiği görülmüştür. En düşük genel beğeni değeri %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası), en yüksek genel beğeni değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (5. deneme noktası) tespit edilmiştir.

Yüzey-yanıt yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen cips örneklerinin genel beğeni değerleri üzerine mercimek oranı, fırınlama sıcaklık ve süresinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.23'te verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre tüm işlem parametrelerinin genel beğeni değerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin genel beğeni değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.23'te verilmiştir.

Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin genel beğeni değeri üzerindeki etkisine ait üç boyutlu grafik Şekil 3.17'de verilmiş olup, mercimek unu oranı sıcaklık ve sürenin artmasıyla genel beğeni değerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.23. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin genel beğeni değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	10.17	9	1.13	18.24	**0.0026**
A-oran	1.73	1	1.73	27.86	0.0032
B-sıcaklık	2.53	1	2.53	40.85	0.0014
C-süre	4.18	1	4.18	67.47	0.0004
AB	0.28	1	0.28	4.59	0.0851
AC	0.10	1	0.10	1.53	0.2705
BC	0.90	1	0.90	14.56	0.0124
A^2	0.32	1	0.32	5.24	0.0707
B^2	0.15	1	0.15	2.40	0.1820
C^2	0.03	1	0.03	0.46	0.5263
Uyum Eksikliği	0.21	3	0.07	1.43	**0.4367**
Standart sapma	0.25				
Ortalama	4.64				
R^2	0.97				
Regresyon eşitliği: $Y=4.96-0.46A-0.56B-0.72C-0.27AB-0.15AC-0.48BC-0.30A^2-0.20^2-0.09C^2$					



Şekil 3.17. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin genel beğeni değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3. Kızartılarak üretilen cipsler

3.3.1. Kuru madde miktarı

Yüzey-yanıt metodu kullanılarak üretilen cips örneklerinin kuru madde miktarları Tablo 3.24'te verilmiştir. Cipslerin kuru madde miktarlarının 96.49-99.60 g/100g aralığında değiştiği bulunmuştur. En düşük kuru madde miktarı %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (11. deneme noktası), en yüksek kuru madde miktarı ise %50 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (9. deneme noktası) saptanmıştır.

Cips örneklerinin kuru madde miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonucuna göre (Tablo 3.25) kızartma sıcaklığının kuru madde miktarı üzerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) iken, mercimek oranı ve kızartma süresinin kuru madde miktarına etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin kuru madde miktarını belirlemede etkinliğinin ise önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Mercimek unu oranı ve sıcaklık arasındaki interaksiyonel etkinin de kuru madde miktarı üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Determinasyon katsayısı ise $R^2=0.91$ olarak belirlenmiş olup, modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.25'te verilmiştir.

Şekil 3.18'de verilen farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkisini gösteren üç boyutlu grafikler incelendiğinde mercimek unu oranı ve kızartma süresi arttıkça son üründeki örneklerin kuru madde miktarlarını arttığı tespit edilmiştir.

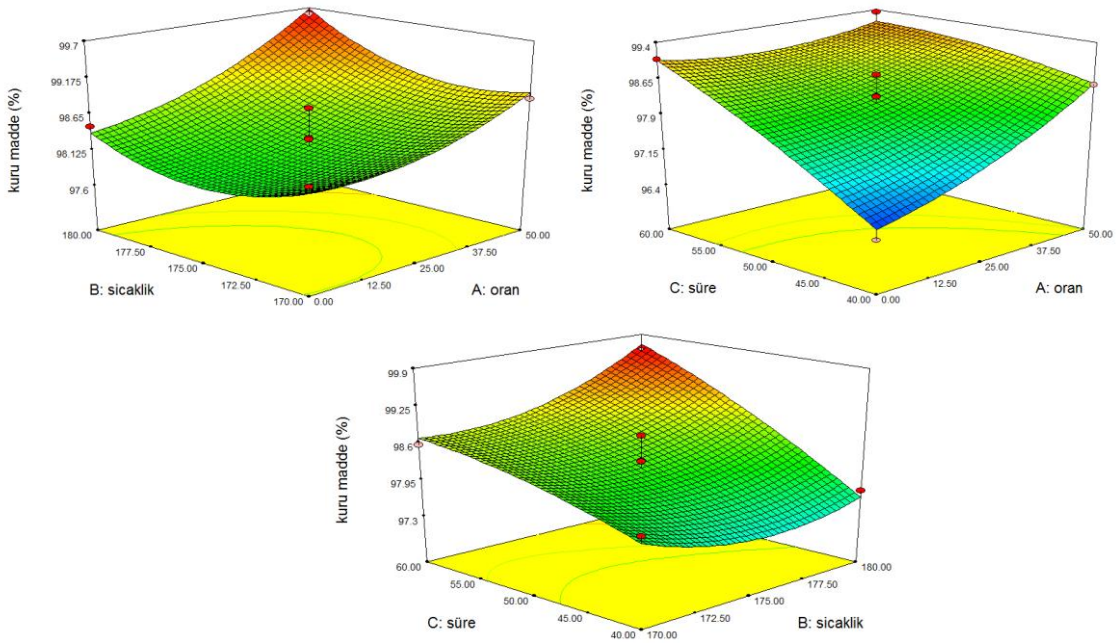
Tablo 3.24. Kızartılmış cips örneklerinin kuru madde, kül, protein ve yağ miktarları

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (s)	Kuru Madde (g/100g)	Kül (g/100g)	Protein (g/100g)	Yağ (g/100g)
K1	25	175	50	98.74±0.19	3.36±0.02	9.34±0.00	19.02±0.10
K2	0	170	50	98.39±0.20	3.72±0.02	6.83±0.06	20.98±0.05
K3	50	175	60	99.34±0.09	3.13±0.03	12.58±0.28	18.83±0.02
K4	50	175	40	98.53±0.22	3.02±0.02	12.06±0.23	18.36±0.05
K5	25	175	50	97.68±0.56	3.65±0.19	9.34±0.56	18.67±0.15
K6	25	180	60	99.59±0.10	3.47±0.10	9.90±0.00	18.83±0.01
K7	25	170	60	98.58±0.13	3.41±0.05	9.42±0.23	17.59±0.29
K8	50	170	50	98.88±0.13	3.03±0.05	12.34±0.06	18.35±0.07
K9	50	180	50	99.60±0.02	3.04±0.03	12.78±0.11	18.39±0.11
K10	0	180	50	98.48±0.04	3.81±0.05	7.55±0.51	20.82±0.19
K11	0	175	40	96.49±0.13	3.86±0.04	7.15±0.06	20.06±0.31
K12	0	175	60	99.06±0.05	3.74±0.02	6.87±0.11	21.37±0.11
K13	25	170	40	97.99±0.08	3.42±0.01	9.62±0.17	17.88±0.00
K14	25	175	50	98.28±0.05	3.44±0.07	9.98±0.00	18.19±0.32
K15	25	175	50	98.30±0.10	3.56±0.05	10.26±0.06	17.94±0.31
K16	25	180	40	97.76±0.52	3.49±0.04	9.70±0.06	18.73±0.32
K17	25	175	50	98.28±0.09	3.33±0.03	9.42±0.23	18.38±0.03

Tablo 3.25. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	8.51	9	0.95	8.81	0.0045
A-oran	1.92	1	1.92	17.91	0.0039
B-sıcaklık	0.31	1	0.31	2.90	0.1323
C-süre	4.22	1	4.22	39.29	0.0004
AB	0.10	1	0.10	0.92	0.3682
AC	0.77	1	0.77	7.13	0.0320
BC	0.38	1	0.38	3.56	0.1010
A^2	0.21	1	0.21	2.00	0.2004
B^2	0.52	1	0.52	4.85	0.0636
C^2	0.07	1	0.07	0.66	0.4428
Uyum Eksikliği	0.18	3	0.06	0.42	0.7508
Standart sapma	0.33				
Ortalama	98.47				
R^2	0.92				

Regresyon eşitliği: $Y=98.26+0.49A+0.20B+0.73C+0.16AB\ 0.44AC+0.31BC+\ 0.23A^2 +0.35B^2-0.13C^2$



Şekil 3.18. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.2. Kül miktarı

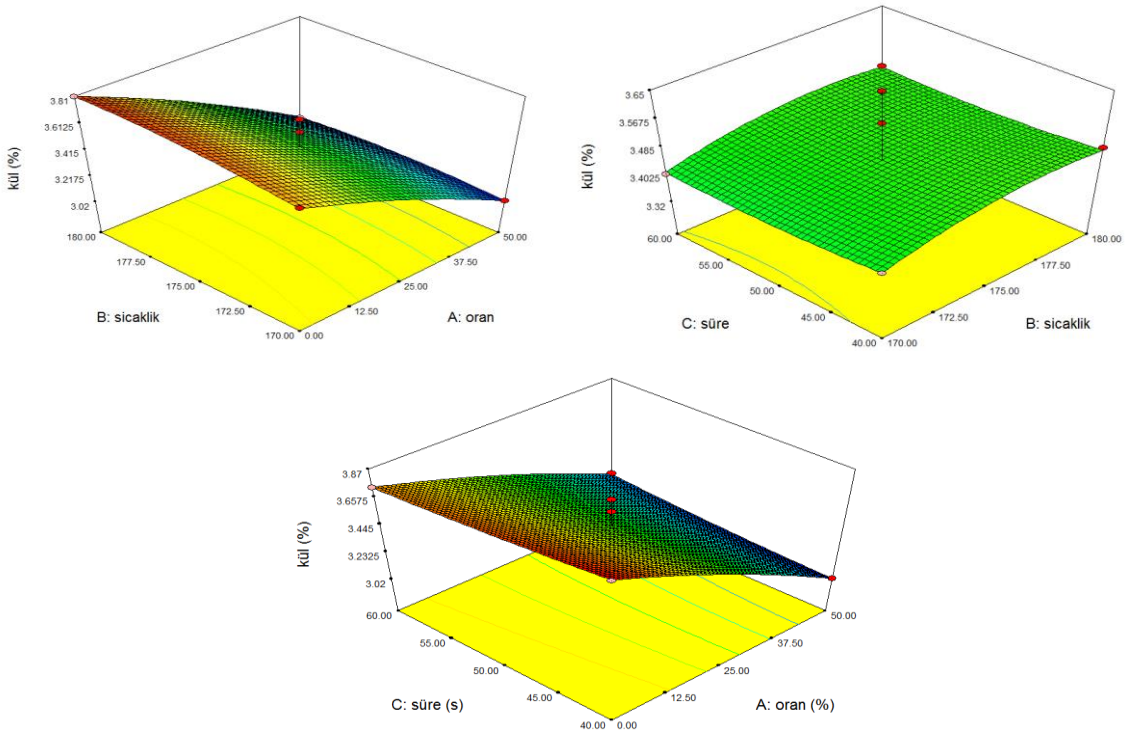
Cips örneklerinin kül miktarları Tablo 3.24'te verilmiş olup, cipslerin kül miktarları 3.02-3.86 g/100g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En düşük kül miktarı %50 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (4. deneme noktası), en yüksek kül miktarı ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (11. deneme noktası) saptanmıştır. Mercimek unu ilavesi, kızartma sıcaklığı ve kızartma süresinin faktör alarak alındığı yanıt yüzey yöntemi ile oluşturulan deneme desenine göre üretilen cips örneklerinin kül miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları ve kullanılan modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.26'da verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının kül miktarına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunurken, kızartma süre ve sıcaklığının etkisinin ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır. Yüzey-yanıt yöntemine göre oluşturulan modelin örneklerin kül miktarını belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Şekil 3.19'da verilen üç boyutlu grafikler incelendiğinde mercimek unu oranının kül miktarını etkilediği görülmektedir. Hazırlanan un karışımının kül miktarı yüksek olduğundan mercimek unu ilavesi ile kül miktarında azalma meydana geldiği verilen grafikten anlaşılmaktadır.

Tablo 3.26. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kül miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1.09	9	0.12	11.44	**0.0020**
A-oran	1.05	1	1.05	99.88	< 0.0001
B-sıcaklık	0.01	1	0.01	0.64	0.4509
C-süre	0.00	1	0.00	0.02	0.8979
AB	0.00	1	0.00	0.15	0.7098
AC	0.01	1	0.01	1.30	0.2917
BC	0.00	1	0.00	0.00	0.9820
A^2	0.01	1	0.01	0.59	0.4667
B^2	0.00	1	0.00	0.35	0.5745
C^2	0.00	1	0.00	0.06	0.8150
Uyum Eksikliği	0.00	3	0.00	0.00	**0.9996**
Standart sapma	0.10				
Ortalama	3.44				
R^2	0.94				

Regresyon eşitliği: $Y=3.46-0.36A+0.03B+0.00C-0.02AB+0.06AC+0.00BC-0.04A^2-0.03B^2+0.01C^2$



Şekil 3.19. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin kül miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.3. Protein miktarı

Mercimek unu ile zenginleştirilmiş cips örneklerinin protein miktarları Tablo 3.24'te verilmiştir. Cipslerin protein miktarlarının 6.83-12.78 g/100g aralığında değiştiği belirlenmiştir. En düşük protein içeriği %0 mercimek unu ilave edilip 170 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (2. deneme noktası), en yüksek protein içeriği ise %50 mercimek unu ilave edilen 180 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (9. deneme noktası) saptanmıştır.

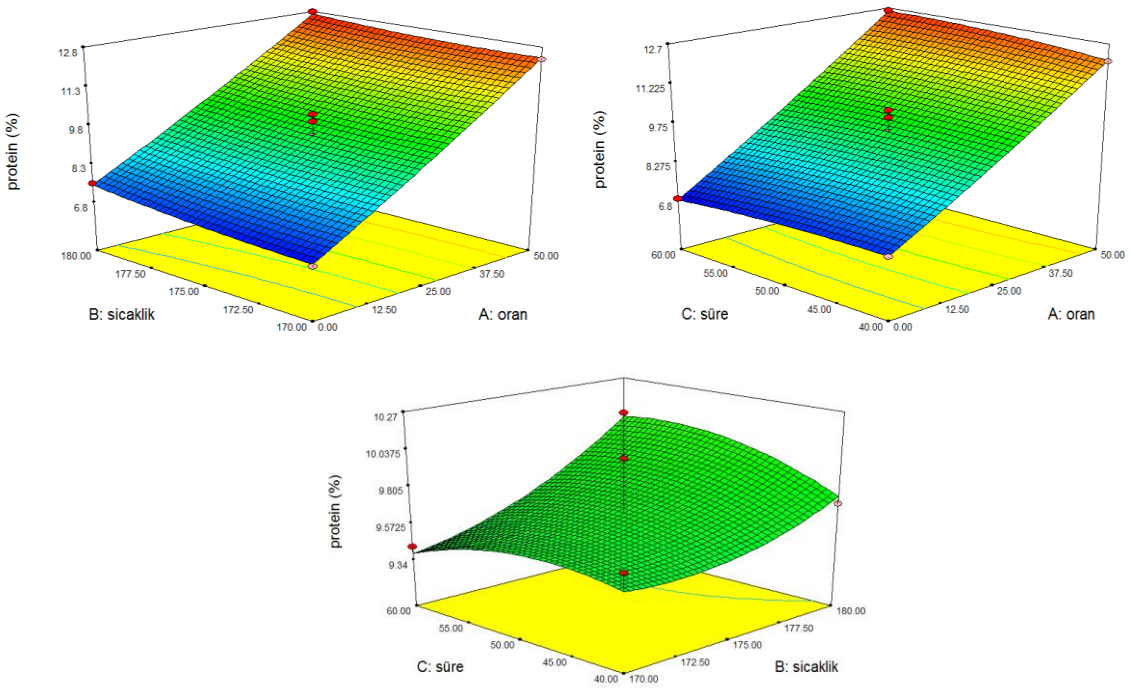
Cips örneklerinin protein miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.27'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının protein miktarına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunurken, sıcaklık ve sürenin protein miktarına etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin protein miktarını belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.27'de yer almaktadır.

Şekil 3.20'de cips örneklerinin protein miktarlarına; mercimek unu oranı ile uygulanan sıcaklık ve sürenin etkisini gösteren üç boyutlu grafikler verilmiştir. Grafiklerde, ilave edilen mercimek unu oranındaki artışa bağlı olarak cipslerin protein miktarlarındaki artış görülmektedir. Bu durum Tablo 3.27'de verilen varyans analizi sonuçları ile örtüşmektedir.

Tablo 3.27. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin protein miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F-değeri**	**P-değeri**
Model	57.77	9	6.42	57.92	**< 0.0001**
A-oran	57.04	1	57.04	514.74	< 0.0001
B-sıcaklık	0.37	1	0.37	3.33	0.1110
C-süre	0.01	1	0.01	0.06	0.8065
AB	0.02	1	0.02	0.18	0.6872
AC	0.16	1	0.16	1.44	0.2694
BC	0.04	1	0.04	0.36	0.5676
A^2	0.04	1	0.04	0.39	0.5540
B^2	0.04	1	0.04	0.39	0.5540
C^2	0.05	1	0.05	0.45	0.5239
Uyum Eksikliği	0.05	3	0.02	0.10	**0.9562**
Standart sapma	0.33				
Ortalama	9.71				
R^2	0.99				

Regresyon eşitliği: $Y=9.67+2.67A+0.21B+0.03C-0.07AB+0.20AC+0.10BC+0.10A^2+0.10B^2-0.11C^2$



Şekil 3.20. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin protein miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.4. Yağ miktarı

Cipslerin yağ miktarları 17.59-21.37 g/100g aralığında değişmiş olup, sonuçlar Tablo 3.24'te verilmiştir. En düşük yağ miktarı %25 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (7. deneme noktası), en yüksek yağ miktarı ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cips formülasyonunda (12. deneme noktası) görülmüştür.

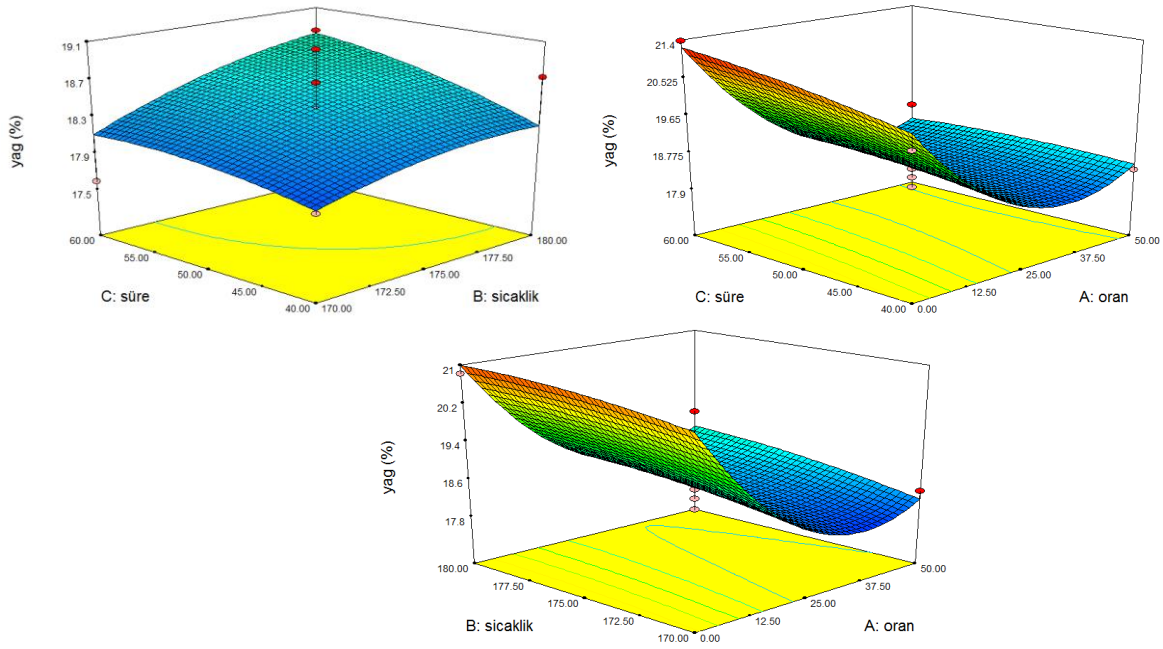
Cips örneklerinin yağ miktarları üzerine mercimek oranı, kızartma sıcaklık ve süre parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.28'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek unu oranının yağ miktarına etkisi önemli ($p<0.05$), kızartma sıcaklık ve süresinin etkileri ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin yağ miktarını belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.28'de verilmiştir.

İşlem parametrelerinin yağ miktarı üzerine etkisini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 3.21'de verilmiştir. Mercimek unu oranındaki artışın örneklerin yağ miktarlarında belirgin bir azalmaya neden olduğu görülebilmektedir.

Tablo 3.28. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin yağ miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	18.95	9	2.11	7.87	**0.0063**
A-oran	10.82	1	10.82	40.45	0.0004
B-sıcaklık	0.49	1	0.49	1.82	0.2196
C-süre	0.31	1	0.31	1.17	0.3148
AB	0.01	1	0.01	0.04	0.8457
AC	0.17	1	0.17	0.65	0.4464
BC	0.04	1	0.04	0.15	0.7136
A^2	7.10	1	7.10	26.54	0.0013
B^2	0.04	1	0.04	0.16	0.7006
C^2	0.03	1	0.03	0.11	0.7553
Uyum Eksikliği	1.17	3	0.39	2.23	**0.2269**
Standart sapma	0.52				
Ortalama	18.96				
R^2	0.91				

Regresyon eşitliği: $Y=18.44-1.16A+0.25B+0.20C+0.05AB-0.21AC+0.10BC+1.30A^2-0.10B^2-0.08C^2$



Şekil 3.21. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin yağ miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.5. Renk analizi

Farklı oranlarda mercimek unu ilavesi ile üretilip, farklı sıcaklık ve süre normlarında kızartılan cipslerin renk parametrelerinden *L**, *a** ve *b** değerleri Tablo 3.29'da verilmiştir.

Tablo 3.29. Kızartılmış cips örneklerinin *L**, *a**, *b** değerleri

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (s)	*L**	*a**	*b**
K1	25	175	50	46.09±0.16	16.31±0.28	32.87±0.87
K2	0	170	50	58.09±0.29	11.05±0.19	35.50±0.22
K3	50	175	60	44.69±0.05	17.82±0.22	33.65±0.82
K4	50	175	40	49.69±0.22	15.99±0.30	35.51±0.49
K5	25	175	50	48.87±0.31	15.81±0.07	32.83±0.15
K6	25	180	60	38.39±0.35	16.32±0.30	25.53±0.36
K7	25	170	60	49.63±0.09	15.70±0.08	34.82±0.17
K8	50	170	50	49.43±0.25	15.99±0.22	35.47±0.30
K9	50	180	50	42.51±0.24	17.13±0.30	29.42±0.80
K10	0	180	50	55.11±0.39	12.61±0.29	32.60±0.32
K11	0	175	40	64.01±0.17	7.55±0.05	33.77±0.24
K12	0	175	60	53.43±0.18	12.89±0.19	33.06±0.11
K13	25	170	40	54.87±0.30	12.96±0.14	33.61±0.45
K14	25	175	50	50.08±0.30	15.19±0.33	31.79±0.53
K15	25	175	50	50.65±0.05	14.82±0.96	32.00±0.34
K16	25	180	40	51.22±0.30	14.62±0.13	31.37±0.38
K17	25	175	50	47.87±0.30	15.67±0.11	31.80±0.24

3.3.5.1. *L** değeri

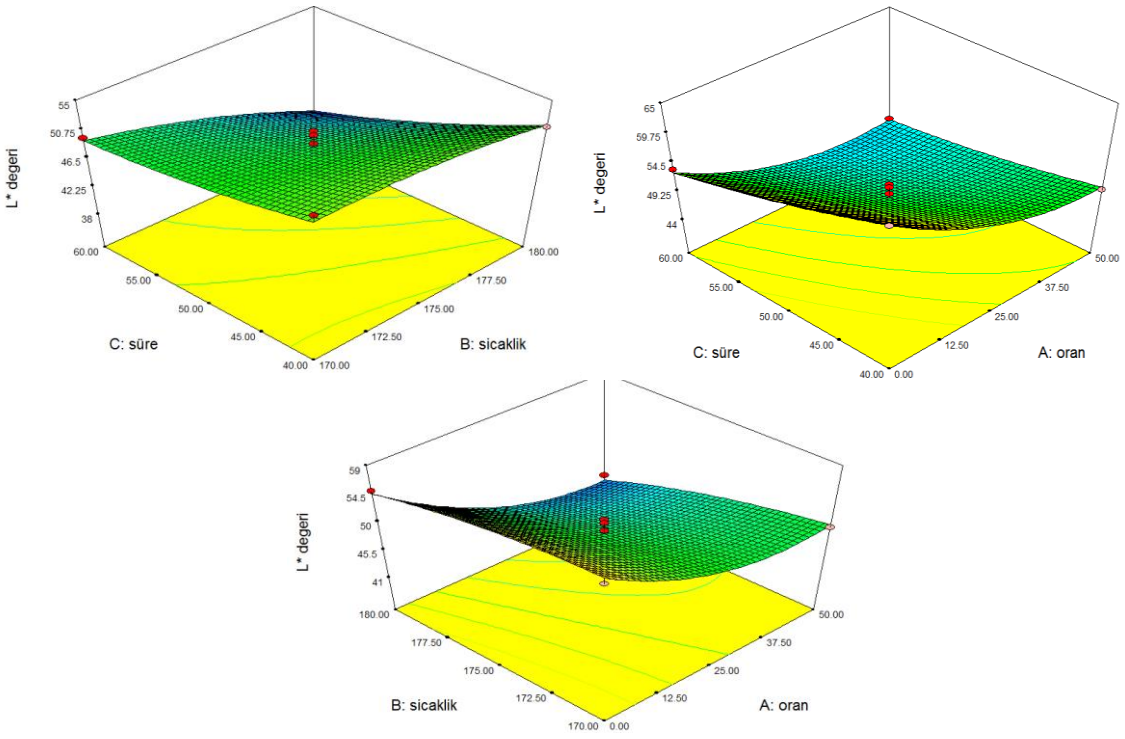
Cips örneklerinin parlaklıklarının ölçütü olarak *L** değerleri belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 3.29'da verilmiştir. Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cipslerin *L** değerlerinin 38.39-64.01 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En düşük *L** değeri %25 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (6. deneme noktası), en yüksek *L** değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (11. deneme noktası) saptanmıştır. Cips örneklerinin *L** değerleri üzerine mercimek oranı, kızartma sıcaklık ve süresinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.30'da verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek unu oranının, kızartma sıcaklık ve süresinin *L** değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin *L** değerini belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.30'da verilmiştir. Sıcaklık-süre interaksiyonel etkisinin de *L** değeri üzerine etkili ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Farklı oranlarda mercimek unu ilavesi ile üretilen cips örneklerinin *L** (parlaklık) değerine etkisini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 3.22'de

verilmiştir. Grafikler incelendiğinde mercimek unu oranı, sıcaklık ve sürenin artmasıyla *L** değerinde azalma olduğu görülmektedir.

Tablo 3.30. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *L** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	547.08	9	60.79	24.32	**0.0002**
A-oran	245.39	1	245,39	98.20	< 0.0001
B-sıcaklık	76.80	1	76.80	30.73	0.0009
C-süre	141.58	1	141.58	56.65	0.0001
AB	3.89	1	3.89	1.55	0.2525
AC	7.76	1	7.76	3.10	0.1215
BC	14.44	1	14.44	5.78	0.0472
A^2	51.57	1	51.57	20.64	0.0027
B^2	3.62	1	3.62	1.45	0.2677
C^2	2.32	1	2.32	0.93	0.3678
Uyum Eksikliği	4.29	3	1.43	0.43	**0.7408**
Standart sapma	1.58				
Ortalama	50.27				
R^2	0.97				

Regresyon eşitliği: $Y=48.71-5.54A-3.10B-4.21C-0.99AB+1.39AC-1.90BC+3.50A^2-0.93B^2+0.74C^2$



Şekil 3.22. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *L** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

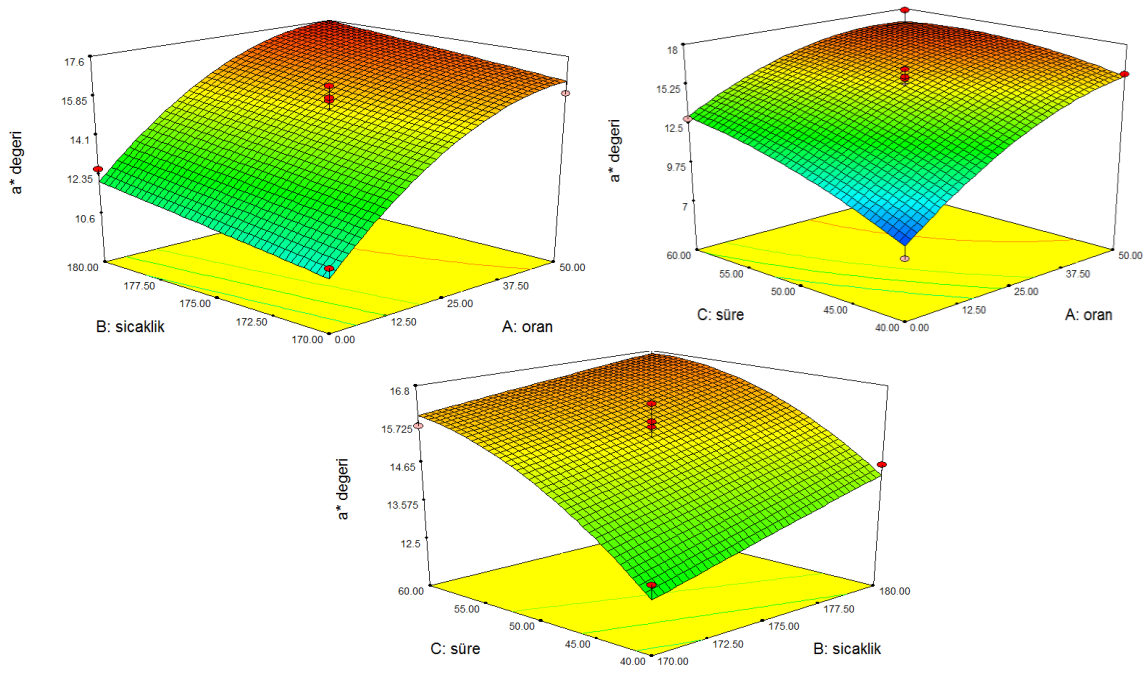
3.3.5.2. *a** değeri

Yüzey-yanıt yöntemine göre oluşturulan deneme desenine uygun olarak üretilen cips örneklerinin *a** değerlerinin 7.55-17.82 aralığında değiştiği saptanmış olup, sonuçlar Tablo 3.29'da verilmiştir. Cipslerin en düşük *a** değeri %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (11. deneme noktası), en yüksek *a** değeri ise %50 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (3. deneme noktası) tespit edilmiştir. Mercimek unu ile katkılanan cips örneklerinin *a** değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları ile modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.31'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranı ve kızartma süresinin *a** değerine etkisi önemli ($p<0.05$) iken, sıcaklığın etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin *a** değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cipslerin *a** değerleri üzerine mercimek unu oranı, kızartma sıcaklık ve süresinin etkilerini yansıtan üç boyutlu grafikler incelendiğinde mercimek unu oranı ve kızartma süresinin artmasıyla *a** değerinin önemli derecede arttığı görülmektedir (Şekil 3.23).

Tablo 3.31. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *a** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	98.40	9	10.93	18.22	**0.0005**
A-oran	65.18	1	65.18	108.63	< 0.0001
B-sıcaklık	3.08	1	3.08	5.13	0.0580
C-süre	16.85	1	16.85	28.08	0.0011
AB	0.04	1	0.04	0.07	0.7977
AC	3.08	1	3.08	5.13	0.0580
BC	0.27	1	0.27	0.45	0.5245
A^2	7.68	1	7.68	12.80	0.0090
B^2	0.00	1	0.00	0.00	0.9764
C^2	1.75	1	1.75	2.92	0.1311
Uyum Eksikliği	2.88	3	0.96	2.90	**0.1649**
Standart sapma	0.77				
Ortalama	14.61				
R^2	0.96				

Regresyon eşitliği: $Y=15.56+2.85A+0.62B+1.45C-0.10AB-0.88AC-0.26BC-1.35A^2-0.012B^2-0.65C^2$



Şekil 3.23. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *a** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.5.3. *b** değeri

Cips örneklerinin *b** değerlerinin 25.53-35.51 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 3.29). En düşük *b** değeri %25 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (6. deneme noktası), en yüksek *b** değeri ise %50 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (4. deneme noktası) saptanmıştır.

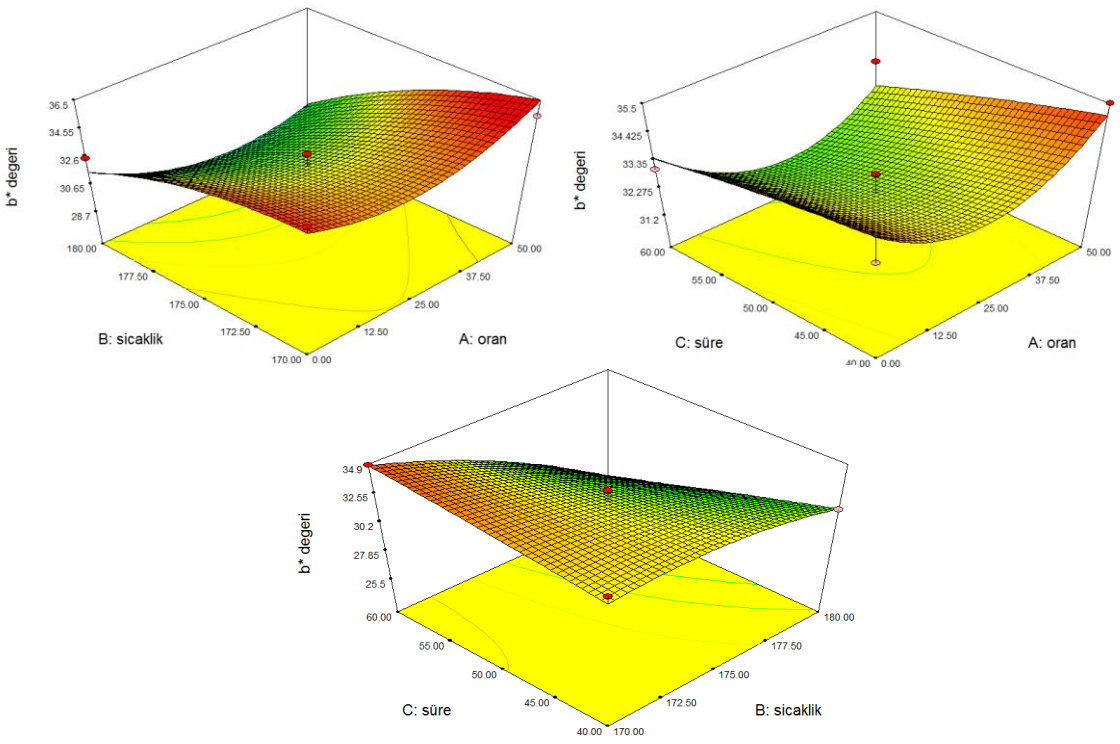
Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cips örneklerinin *b** değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları ve regresyon eşitliği Tablo 3.32'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre fırınlama süresinin *b** değerine etkisi önemli ($p<0.05$) iken, mercimek oranı ve sıcaklığın *b** değerine etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Kullanılan modelin örneklerin *b** değerini belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Modelin determinasyon katsayısı oldukça yüksek ($R^2=0.96$) bulunmuştur.

Yüzey-yanıt parametrelerinin cips örneklerinin *b** değerine etkisini gösteren üç boyutlu grafik Şekil 3.24'te verilmiştir. Grafiklerden kızartma sıcaklığı ve süresindeki artışın *b** değerinde azalmaya yol açtığı gözlenmektedir. Yine ilave edilen mercimek unu oranındaki artışın *b** değerini etkilemediği görülmektedir (Şekil 3.24).

Tablo 3.32. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *b** değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	90.57	9	10.06	11.02	**0.0023**
A-oran	0.10	1	0.10	0.11	0.7462
B-sıcaklık	52.43	1	52.43	57.41	0.0001
C-süre	6.44	1	6.44	7.06	0.0326
AB	2.48	1	2.48	2.71	0.1436
AC	0.32	1	0.32	0.35	0.5721
BC	12.45	1	12.45	13.64	0.0077
A^2	14.02	1	14.02	15.35	0.0058
B^2	2.95	1	2.95	3.24	0.1151
C^2	0.03	1	0.03	0.04	0.8560
Uyum Eksikliği	5.20	3	1.73	5.79	**0.0614**
Standart sapma	0.96				
Ortalama	32.68				
R^2	0.93				

Regresyon eşitliği: $Y=32.26-0.11A-2.56B-0.90C-0.79AB-0.28AC-1.76BC-1.82A^2-0.842B^2-0.088C^2$



Şekil 3.24. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin *b** değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.6. Kızartılmış cips örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteleri

Mercimek unu ilave edilerek üretilen cipslerin biyoaktif özelliklerinin değerlendirilmesi için toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizleri yapılmış olup, sonuçlar Tablo 3.33'te verilmiştir.

Tablo 3.33. Kızartılmış cipslerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (s)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g)	Antioksidan Kapasite (% inhibisyon)
K1	25	175	50	161.56±0.94	53.27±0.27
K2	0	170	50	111.90±0.82	30.24±0.93
K3	50	175	60	204.44±0.81	66.05±0.65
K4	50	175	40	170.47±0.87	53.43±0.39
K5	25	175	50	128.14±0.85	40.73±0.21
K6	25	180	60	209.78±0.91	60.94±0.38
K7	25	170	60	149.99±0.91	51.75±0.56
K8	50	170	50	176.15±1.10	47.77±0.08
K9	50	180	50	211.84±0.71	59.47±0.20
K10	0	180	50	117.73±0.72	36.24±0.16
K11	0	175	40	81.77±0.52	17.97±0.79
K12	0	175	60	124.92±1.10	37.09±0.56
K13	25	170	40	122.86±0.82	37.97±0.22
K14	25	175	50	139.58±1.06	49.16±0.44
K15	25	175	50	127.45±0.87	46.84±0.14
K16	25	180	40	151.36±0.85	50.49±0.34
K17	25	175	50	135.47±0.91	47.07±0.24

3.3.6.1. Toplam fenolik madde miktarı

Cips örneklerinin Folin Ciocalteu metoduna göre belirlenen toplam fenolik madde miktarlarının 81.77-211.84 mg GAE/100 g aralığında değiştiği saptanmıştır (Tablo 3.33). En düşük toplam fenolik madde miktarları %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (11. deneme noktası) belirlenirken, en yüksek fenolik madde miktarları ise %50 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (9. deneme noktası) tespit edilmiştir.

Cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları ve regresyon eşitliği Tablo 3.34'te verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek unu oranı, kızartma sıcaklığı ve kızartma süresi parametrelerinin toplam fenolik madde miktarına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yüzey-

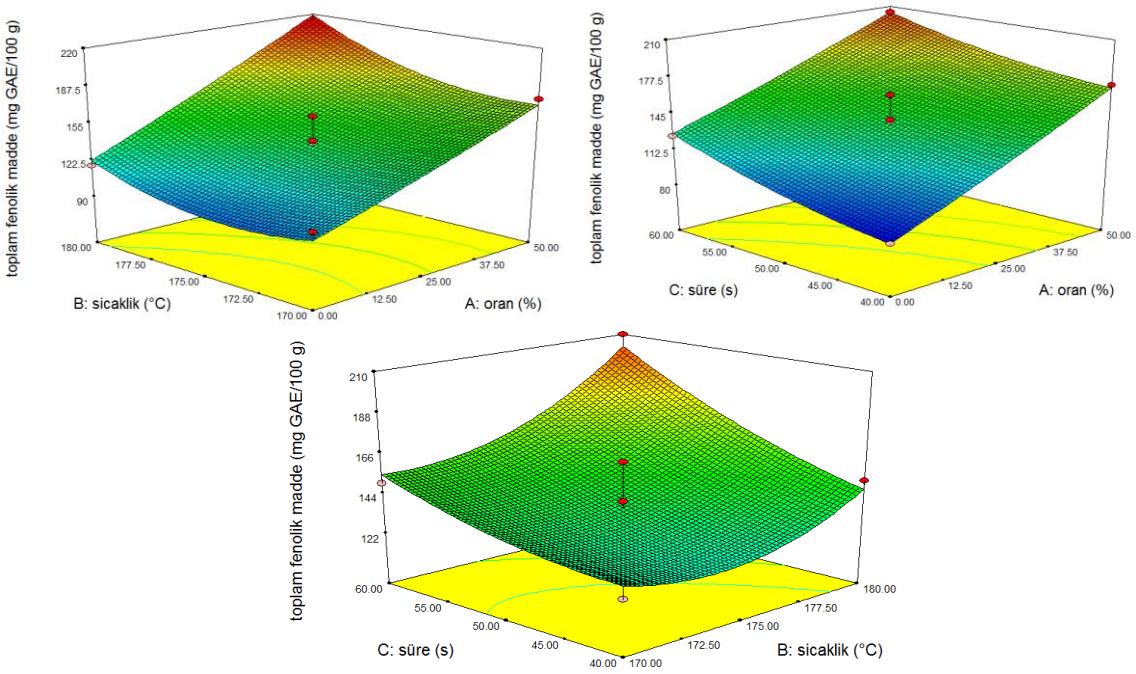
yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin toplam fenolik madde miktarını belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmış olup, determinasyon katsayısı da oldukça yüksek bulunmuştur ($R^2=0.93$).

Şekil 3.25'te farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile fırınlama sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarları üzerindeki etkisi üç boyutlu olarak gösterilmektedir. Mercimek unu oranı, kızartma sıcaklık ve süresi arttıkça toplam fenolik madde miktarının arttığı tespit edilmiştir. Grafiksel olarak da gözlenen bu durum Tablo 3.34'te verilen istatistiksel sonuçlarla da desteklenmektedir.

Tablo 3.34. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F-değeri**	**P-değeri**
Model	20317.76	9	2257.53	14.82	**0.0009**
A-oran	13331.43	1	13331.43	87.52	< 0.0001
B-sıcaklık	2105.83	1	2105.83	13.83	0.0075
C-süre	3307.74	1	3307.74	21.72	0.0023
AB	222.95	1	222.95	1.46	0.2656
AC	21.06	1	21.06	0.14	0.7210
BC	244.94	1	244.94	1.61	0.2453
A^2	8.65	1	8.65	0.06	0.8185
B^2	889.24	1	889.24	5.84	0.0463
C^2	128.56	1	128.56	0.84	0.3888
Uyum Eksikliği	294.59	3	98.20	0.51	**0.6971**
Standart sapma	12.34				
Ortalama	148.55				
R^2	0.95				

Regresyon eşitliği: $Y=138.44+40.82A+16.22B+20.33C+7.47AB-2.29AC+7.38BC+ 1.43A^2+ 14.53B^2+5.53C^2$



Şekil 3.25. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.6.2. Antioksidan kapasite

Cips örneklerinin DDPH yöntemi ile belirlenen antioksidan kapasite değerlerinin %17.97-66.05 aralığında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.33). En düşük antioksidan kapasite değeri %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (11. deneme noktası), en yüksek antioksidan kapasite değeri ise %50 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (3. deneme noktası) tespit edilmiştir.

Yüzey-yanıt yöntemi ile oluşturulan deneme desenine göre üretilen cips örneklerinin antioksidan kapasite değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına göre mercimek oranı, sıcaklık ve sürenin antioksidan kapasite değerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.35). Kullanılan modelin örneklerin antioksidan kapasite değerini belirlemede etkinliği önemli ($p<0.05$) bulunmuş olup, modele ait regresyon eşitliği de Tablo 3.35'te yer almaktadır.

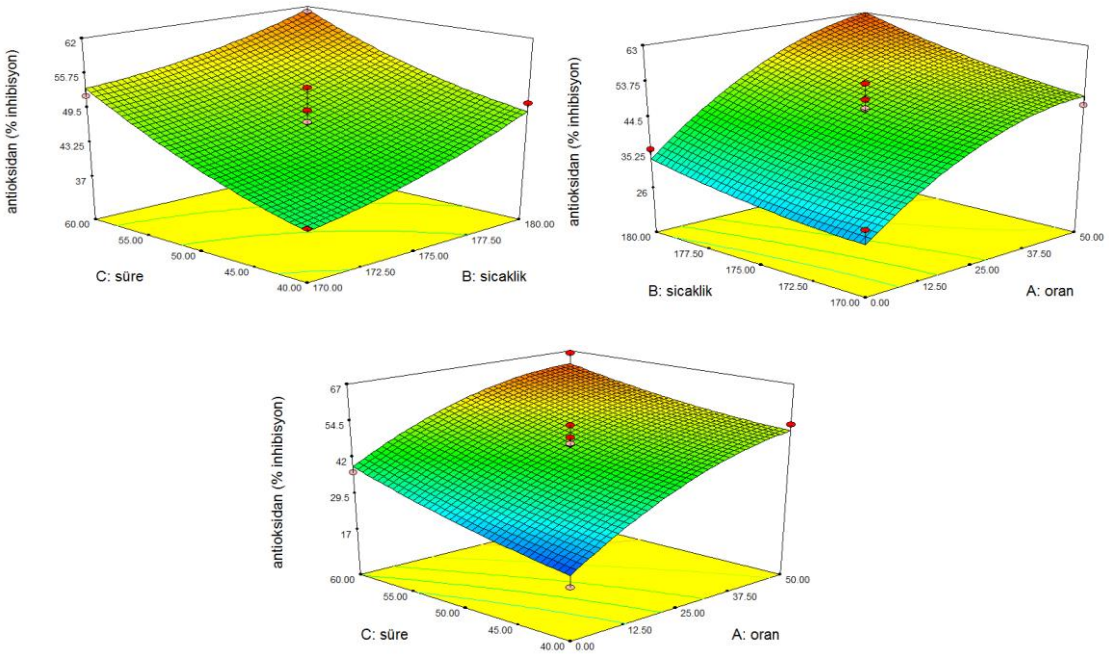
Mercimek unu ilave edilerek üretilen cipslerin işlem parametrelerinin antioksidan kapasite üzerine etkisini gösteren üç boyutlu grafikleri Şekil 3.26'da verilmiştir. Tüm işlem parametrelerinin antioksidan kapasite üzerine etkili olduğu saptanmıştır.

Mercimek unu oranı, kızartma sıcaklık ve süresindeki artışın antioksidan kapasite değerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.35. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin antioksidan kapasite değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	2120.43	9	235.60	10.21	**0.0029**
A-oran	1382.50	1	1382.50	59.91	0.0001
B-sıcaklık	194.01	1	194.01	8.41	0.0230
C-süre	391.42	1	391.42	16.96	0.0045
AB	8.11	1	8.11	0.35	0.5720
AC	10.55	1	10.55	0.46	0.5207
BC	2.76	1	2.76	0.12	0.7394
A^2	119.02	1	119.02	5.16	0.0574
B^2	7.51	1	7.51	0.33	0.5862
C^2	9.97	1	9.97	0.43	0.5319
Uyum Eksikliği	79.06	3	26.35	1.28	**0.3953**
Standart sapma	4.80				
Ortalama	46.26				
R^2	0.93				

Regresyon eşitliği: $Y=47.41+13.15A+4.92B+6.99C+1.42AB-1.62AC-0.83BC-5.32A^2+1.34B^2+1.54C^2$



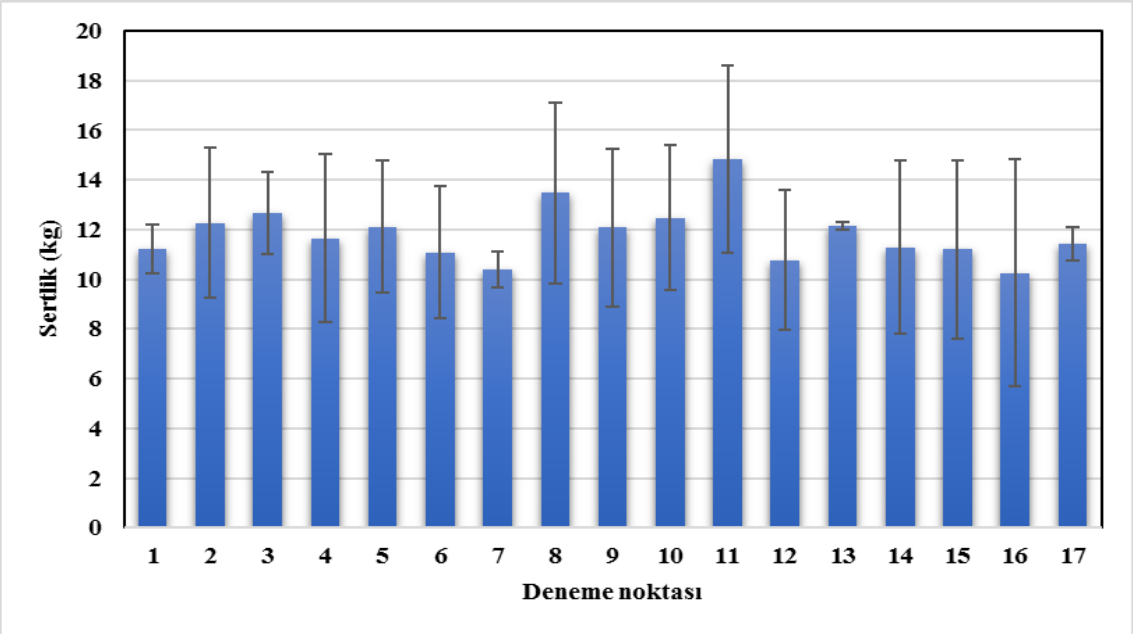
Şekil 3.26. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin antioksidan kapasite miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.7. Tekstür analizi

Mercimek unu ilaveli cips örneklerinin sertlik değerleri Şekil 3.27'de grafiksel olarak verilmiş olup, cipslerin sertlik değerlerinin 10.26-14.83 kg aralığında değiştiği belirlenmiştir. En düşük sertlik değeri %25 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (16. deneme noktası), en yüksek sertlik değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (11. deneme noktası) tespit edilmiştir.

Cips örneklerinin sertlik değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.36'da verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranı ve sıcaklığın sertlik değerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) iken, kızartma süresinin sertlik değerine etkisi ise önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. İşlem parametrelerinden mercimek unu oranı-sıcaklık ve sıcaklık-süre interaksiyonel etkilerinin de cips örneklerinin sertlik değeri üzerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin sertlik değerini belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu ve modelin determinasyon katsayısının R^2=0.92 olduğu tespit edilmiştir. Modele ait regresyon eşitliğine Tablo 3.36'da yer verilmiştir.

Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu olarak gösterimi Şekil 3.28'de verilmiştir. Grafiklerden kızartma süresi arttıkça sertlik değerinin azaldığı gözlemektedir.

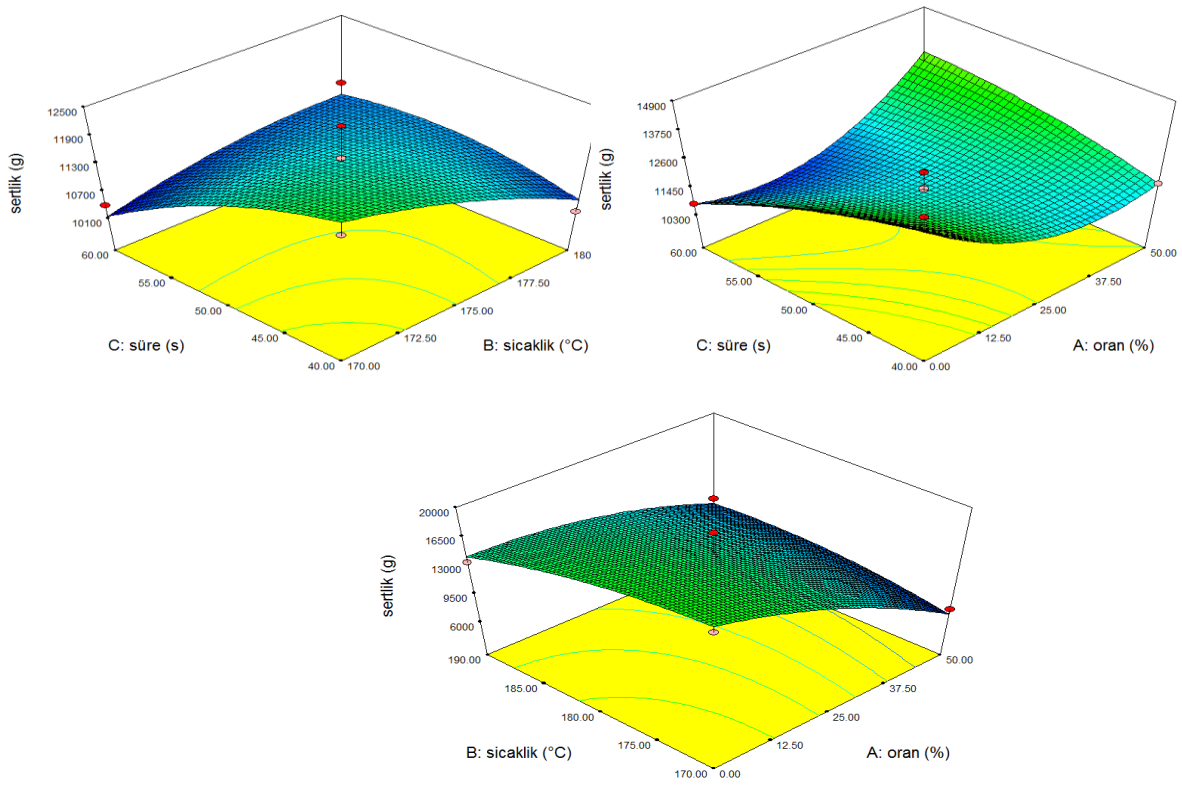


Şekil 3.27. Kızartılmış cips örneklerinin sertlik değerleri

Tablo 3.36. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	19043118.47	9	2115902.05	8.61	**0.0048**
A-oran	29094.91	1	29094.91	0.12	0.7408
B-sıcaklık	737277.63	1	737277.63	3.00	0.1268
C-süre	2004971.42	1	2004971.42	8.16	0.0244
AB	638812.28	1	638812.28	2.60	0.1509
AC	6411397.05	1	6411397.05	26.10	0.0014
BC	1680156.48	1	1680156.48	6.84	0.0347
A^2	7273051.94	1	7273051.94	29.61	0.0010
B^2	145444.80	1	145444.80	0.59	0.4668
C^2	343981.10	1	343981.10	1.40	0.2753
Uyum Eksikliği	1121391.51	3	373797.1702	2.50	**0.1986**
Standart sapma	495.64				
Ortalama	11843.69				
R^2	0.92				

Regresyon eşitliği: $Y=11447.17-60.31A-303.58B-500.62C-399.63AB+1266.04AC+648.10BC+1314.29A^2-185.86B^2-285.82C^2$



Şekil 3.28. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin sertlik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.8. Hidroksi metil furfural (HMF) miktarı

Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cips örneklerinin HPLC ile belirlenen HMF miktarları Tablo 3.37'de verilmiştir. Cipslerin HMF içeriklerinin 3.41-30.60 mg/kg aralığında değiştiği saptanmıştır. En düşük HMF içeriği %50 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 40 s kızartılmış cipslerde (4. deneme noktası) belirlenirken, en yüksek HMF içeriği ise %25 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (6. deneme noktası) tespit edilmiştir.

Mercimek unu ilaveli cips örneklerinin HMF miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına göre mercimek oranının HMF miktarına etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, sıcaklık ve sürenin HMF miktarına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 3.38). Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin, örneklerin HMF miktarını belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. İşlem parametrelerinden kızartma süre ve sıcaklığının interaksiyonel etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.38'de verilmiştir.

Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin HMF miktarı üzerindeki etkisini gösteren üç boyutlu grafikler (Şekil 3.29) incelendiğinde kızartma sıcaklık ve süresi arttıkça HMF miktarlarının arttığı tespit edilmiştir. Bu durum varyans analizi tablosundaki (Tablo 3.38) istatistiksel verilerle de örtüşmektedir. Sonuçlar ilave edilen mercimek unu oranının örneklerin HMF miktarları üzerine etkili olmadığını ortaya koymaktadır.

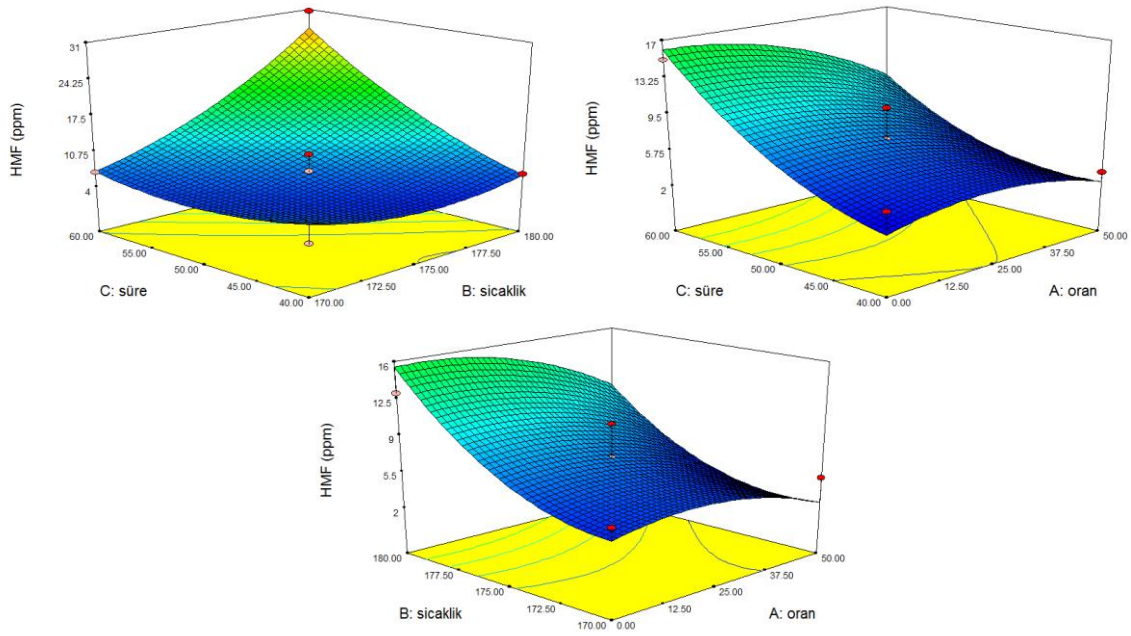
Tablo 3.37. Kızartılmış cips örneklerinin HMF miktarları

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (s)	HMF (mg/kg)
K1	25	175	50	6.17±0.74
K2	0	170	50	5.67±0.13
K3	50	175	60	7.13±1.29
K4	50	175	40	3.41±0.63
K5	25	175	50	6.80±0.53
K6	25	180	60	30.60±1.56
K7	25	170	60	6.75±0.39
K8	50	170	50	4.93±0.25
K9	50	180	50	8.94±0.26
K10	0	180	50	13.05±0.03
K11	0	175	40	5.35±0.12
K12	0	175	60	15.03±0.38
K13	25	170	40	4.63±0.18
K14	25	175	50	6.88±0.01
K15	25	175	50	6.33±0.27
K16	25	180	40	6.44±0.42
K17	25	175	50	6.09±0.55

Tablo 3.38. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin HMF miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	590.25	9	65.58	7.60	**0.0070**
A-oran	26.95	1	26.95	3.12	0.1206
B-sıcaklık	171.67	1	171.67	19.89	0.0029
C-süre	196.77	1	196.77	22.80	0.0020
AB	2.85	1	2.85	0.33	0.5838
AC	8.87	1	8.87	1.03	0.3444
BC	121.42	1	121.42	14.07	0.0072
A^2	12.73	1	12.73	1.48	0.2639
B^2	29.18	1	29.18	3.38	0.1085
C^2	20.66	1	20.66	2.39	0.1657
Uyum Eksikliği	49.36	3	16.45	5.95	**0.0588**
Standart sapma	2.94				
Ortalama	8.72				
R^2	0.91				

Regresyon eşitliği: $Y=7.26-1.84A+4.63B+4.96C-0.84AB-1.49AC+5.51BC-1.74A^2+ 2.63B^2 +2.22C^2$



Şekil 3.29. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin HMF miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.9. Enzime dirençli nişasta (EDN) miktarı

Mercimek unu ilaveli cips örneklerinin EDN miktarlarının 0.92-3.09 g/100 g aralığında değiştiği saptanmıştır (Tablo 3.39). En düşük EDN içeriği %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası), en yüksek EDN içeriği ise %50 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (8. deneme noktası) belirlenmiştir.

Cips örneklerinin EDN miktarları üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının ve kızartma süresinin EDN miktarına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Varyans analizi sonuçları ve modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.40'ta verilmiştir. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin EDN miktarını belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Mercimek unu ilavesi ile üretilen cips örneklerinin EDN içeriklerini tahmin eden regresyon modelinin determinasyon katsayısı oldukça yüksek bulunmuştur (R^2 =0.99).

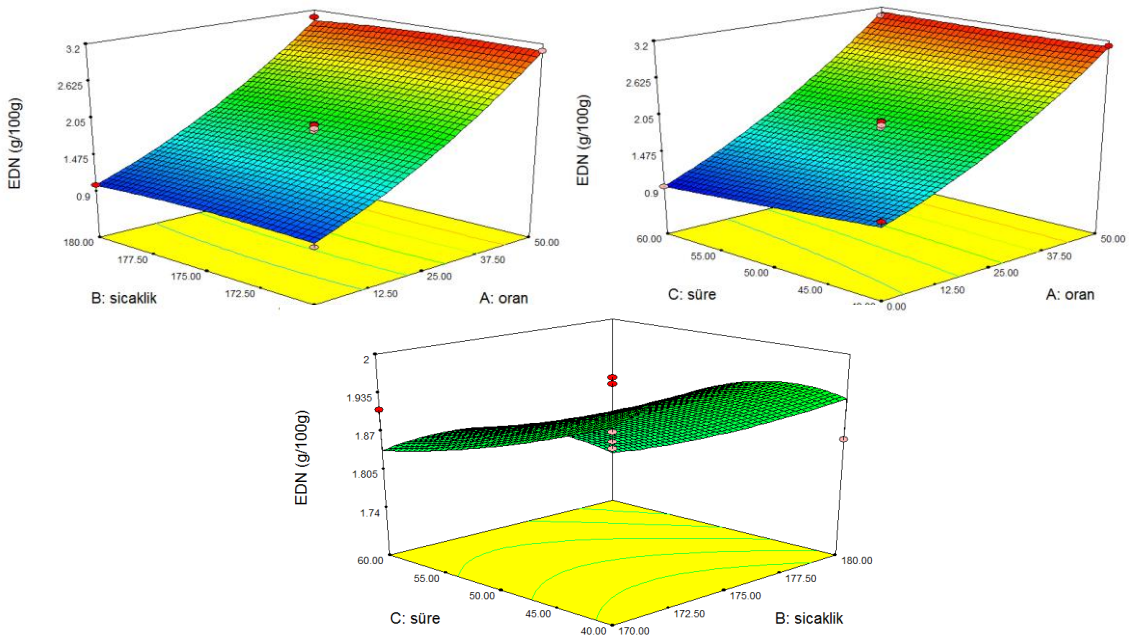
Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi Şekil 3.30'da verilmiştir. İlave edilen mercimek unu oranının artmasıyla EDN miktarında belirgin bir artış olduğu, kızartma süresinin artmasıyla ise EDN miktarının azaldığı tespit edilmiştir

Tablo 3.39. Kızartılmış cips örneklerinin EDN miktarları

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (s)	EDN (g/100 g)
K1	25	175	50	1.85±0.01
K2	0	170	50	0.99±0.03
K3	50	175	60	3.05±0.01
K4	50	175	40	3.12±0.02
K5	25	175	50	1.95±0.03
K6	25	180	60	2.35±0.01
K7	25	170	60	1.91±0.02
K8	50	170	50	3.09±0.02
K9	50	180	50	3.08±0.02
K10	0	180	50	1.00±0.02
K11	0	175	40	1.30±0.01
K12	0	175	60	0.92±0.01
K13	25	170	40	1.95±0.01
K14	25	175	50	1.90±0.00
K15	25	175	50	1.84±0.00
K16	25	180	40	1.86±0.03
K17	25	175	50	1.96±0.00

Tablo 3.40. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	8.47	9	0.94	172.45	**< 0.0001**
A-oran	8.24	1	8.24	1510.75	< 0.0001
B-sıcaklık	0.01	1	0.01	1.45	0.2671
C-süre	0.05	1	0.05	8.35	0.0233
AB	0.00	1	0.00	0.02	0.9044
AC	0.02	1	0.02	4.51	0.0714
BC	0.00	1	0.00	0.15	0.7087
A^2	0.14	1	0.14	25.49	0.0015
B^2	0.01	1	0.01	1.58	0.2489
C^2	0.00	1	0.00	0.11	0.7465
Uyum Eksikliği	0.03	3	0.01	2.92	**0.1634**
Standart sapma	0.07				
Ortalama	1.97				
R^2	0.99				
Regresyon eşitliği $Y=1.90+1.01A-0.03B-0.08C+0.00AB+0.08AC-0.01BC+0.18A^2-0.05B^2+0.01C^2$					



Şekil 3.30. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin EDN miktarı üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.10. Duyusal analiz

Cips örneklerinin duyusal analiz sonuçları Tablo 3.41'de verilmiştir.

Tablo 3.41. Kızartılmış cipslerin duyusal analiz sonuçları

Deneme Noktası	Mercimek Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (s)	Renk	Koku	Lezzet	Gevreklik	Genel Beğeni
K1	25	175	50	4.55±1.74	4.80±1.94	5.28±1.75	6.35±1.68	5.28±1.61
K2	0	170	50	6.27±1.74	5.82±1.77	5.67±1.78	6.37±1.60	5.93±1.71
K3	50	175	60	5.40±1.98	5.12±2.05	5.85±1.70	6.18±1.80	5.68±1.75
K4	50	175	40	5.65±1.91	5.33±1.95	5.78±1.96	6.10±1.81	5.90±1.81
K5	25	175	50	4.58±1.89	5.43±1.53	5.53±1.85	6.48±1.41	5.60±1.71
K6	25	180	60	4.35±1.75	5.02±1.74	5.25±1.80	6.00±1.78	5.23±1.83
K7	25	170	60	5.00±1.77	5.27±1.76	5.32±1.86	5.82±1.76	5.40±1.84
K8	50	170	50	4.80±1.91	4.92±1.71	4.83±1.69	5.33±1.71	4.80±1.74
K9	50	180	50	4.75±1.96	4.85±1.47	4.72±1.58	5.42±1.51	4.98±1.66
K10	0	180	50	6.63±1.53	5.68±1.71	5.78±1.89	6.20±1.96	5.97±1.88
K11	0	175	40	6.63±1.59	6.02±1.61	6.13±1.94	6.82±1.65	6.27±1.73
K12	0	175	60	6.64±1.53	6.18±1.53	6.72±1.58	7.27±1.26	6.77±1.36
K13	25	170	40	5.28±1.90	5.48±1.61	5.53±1.71	6.22±1.60	5.60±1.59
K14	25	175	50	5.10±1.66	5.60±1.44	5.72±1.70	6.22±1.52	5.62±1.64
K15	25	175	50	4.50±1.84	5.22±1.75	5.10±1.82	6.23±1.50	5.28±1.74
K16	25	180	40	5.45±1.66	4.95±1.56	4.88±1.93	5.43±1.93	5.02±1.76
K17	25	175	50	4.17±1.76	4.97±1.57	5.00±1.68	6.08±1.60	5.13±1.59

3.2.8.1. Renk

Cips örneklerinin duyusal analiz sonuçlarına göre renk değerleri Tablo 3.41'de verilmiştir. Cipslerin renk değerlerinin 4.17-6.64 aralığında değiştiği saptanmıştır. En düşük renk değeri %25 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (17. deneme noktası), en yüksek renk değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası) gözlemlenmiştir.

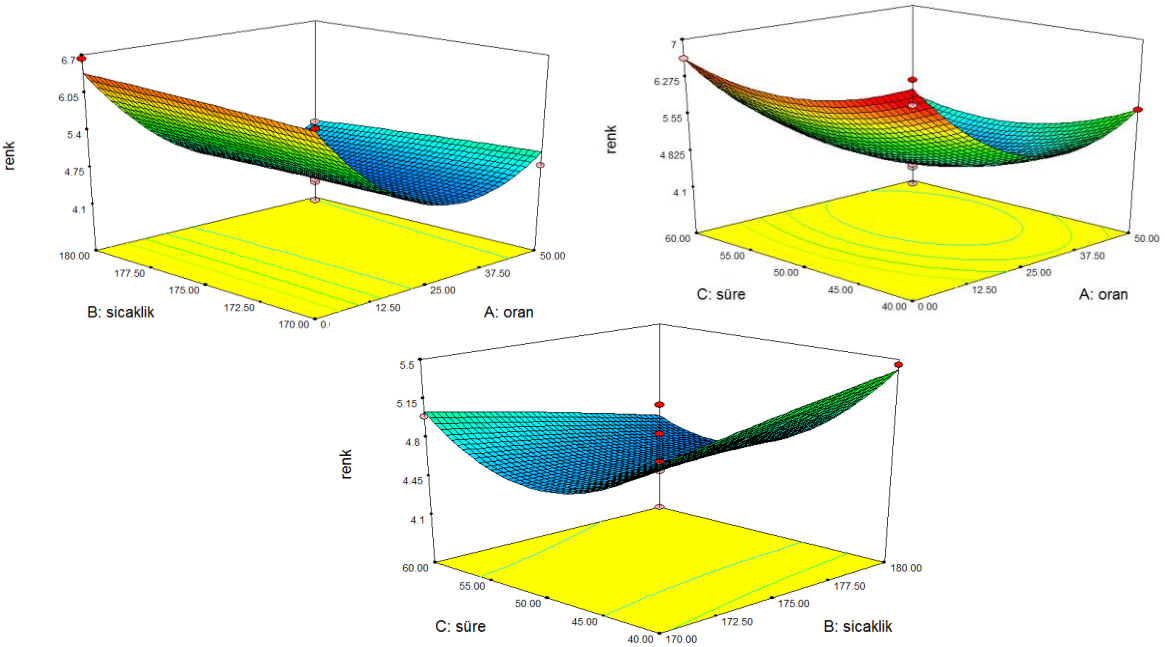
Cips örneklerinin renk değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları ve modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.42'de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının renk üzerindeki etkisi önemli ($p<0.05$) bulunurken, sıcaklık ve sürenin renk değerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin renk değerini belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 3.31'de verilen üç boyutlu grafikte görüldüğü üzere mercimek unu oranı arttıkça renk değerinin azaldığı saptanmıştır.

Tablo 3.42. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin renk değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	10.15	9	1.13	9.29	**0.0038**
A-oran	3.87	1	3.87	31.91	0.0008
B-sıcaklık	0.00	1	0.00	0.03	0.8705
C-süre	0.33	1	0.33	2.75	0.1414
AB	0.04	1	0.04	0.36	0.5687
AC	0.02	1	0.02	0.13	0.7303
BC	0.17	1	0.17	1.37	0.2795
A^2	4.60	1	4.60	37.91	0.0005
B^2	0.00	1	0.00	0.01	0.9415
C^2	0.87	1	0.87	7.14	0.0319
Uyum Eksikliği	0.40	3	0.13	1.19	**0.4188**
Standart sapma	0.35				
Ortalama	5.28				
R^2	0.92				

Regresyon eşitliği: $Y=4.58-0.70A-0.021B-0.20C-0.10AB-0.062AC-0.20BC+1.05A^2-0.013B^2+0.45C^2$



Şekil 3.31. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin renk değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.8.2. Koku

Cips örneklerinin duyusal analiz sonuçlarından biri olan koku değerlerinin 4.80-6.18 aralığında olduğu saptanmıştır (Tablo 3.41). En düşük koku değeri %25 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (1. deneme noktası) belirlenirken, en yüksek koku değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası) tespit edilmiştir.

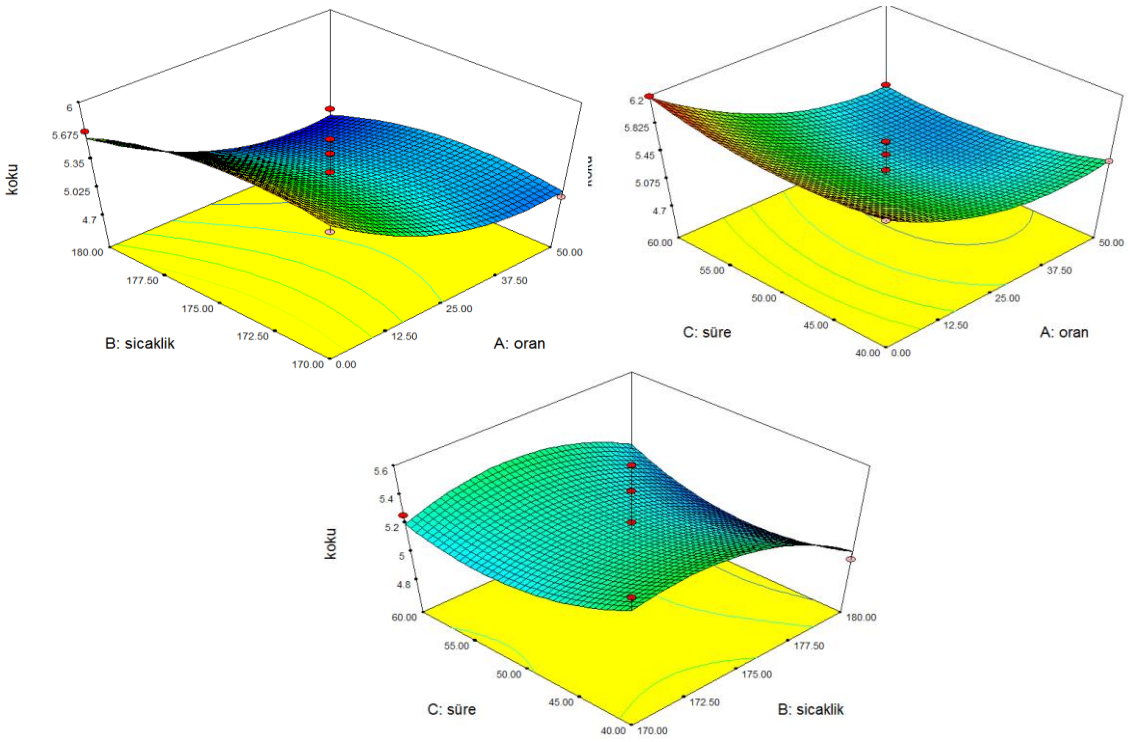
Cips örneklerinin koku değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları ve regresyon eşitliği Tablo 3.43'te verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının koku değerine etkisi önemli ($p<0.05$) iken, sıcaklık ve sürenin koku değerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin koku değerini belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$), modelin uyum eksikliğinin ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Şekil 3.32'de farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin koku değeri üzerindeki etkisini gösteren üç boyutlu grafikler verilmiştir. Grafiklerden cipslere ilave edilen mercimek unu oranındaki artışın koku puanlarının düşmesine sebep olduğu görülebilmektedir.

Tablo 3.43. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin koku değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	2.31	9	0.26	3.81	**0.0459**
A-oran	1.52	1	1.52	22.45	0.0021
B-sıcaklık	0.12	1	0.12	1.79	0.2229
C-süre	0.00	1	0.00	0.07	0.7934
AB	0.00	1	0.00	0.02	0.9016
AC	0.04	1	0.04	0.54	0.4849
BC	0.02	1	0.02	0.30	0.6027
A^2	0.37	1	0.37	5.55	0.0507
B^2	0.14	1	0.14	2.13	0.1875
C^2	0.11	1	0.11	1.61	0.2448
Uyum Eksikliği	0.04	3	0.02	0.14	**0.9334**
Standart sapma	0.26				
Ortalama	5.33				
R^2	0.83				

Regresyon eşitliği: $Y=5.20-0.44A-0.12B-0.025C+0.017AB-0.096AC+0.071BC+ 0.30A^2-0.18B^2+0.16C^2$



Şekil 3.32. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin koku değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.8.3. Lezzet

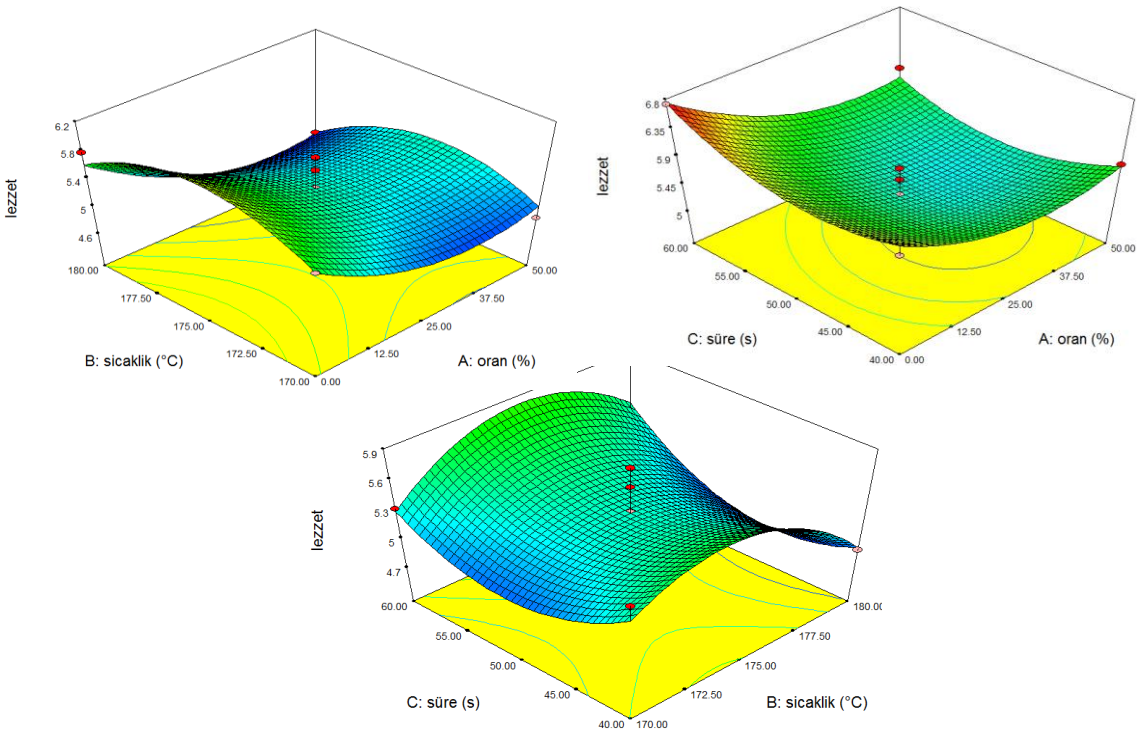
Mercimek unu ilaveli cips örneklerinin lezzet değerlerinin 4.72-6.72 aralığında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.41). En düşük lezzet değeri %50 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (9. deneme noktası), en yüksek lezzet değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası) saptanmıştır.

Cips örneklerinin lezzet değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 3.44'te verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının lezzet değerine etkisi önemli ($p<0.05$), sıcaklık ve sürenin etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin lezzet değerini belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.44'te verilmiştir.

Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin lezzet değeri üzerindeki etkisini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 3.33'de verilmiştir. Mercimek oranının artmasıyla lezzet değerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.44. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin lezzet değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	3.71	9	0.41	5.68	**0.0160**
A-oran	1.21	1	1.21	16.71	0.0046
B-sıcaklık	0.06	1	0.06	0.88	0.3785
C-süre	0.08	1	0.08	1.10	0.3289
AB	0.01	1	0.01	0.19	0.6782
AC	0.07	1	0.07	0.92	0.3698
BC	0.09	1	0.09	1.17	0.3151
A^2	0.67	1	0.67	9.23	0.0189
B^2	0.95	1	0.95	13.12	0.0085
C^2	0.66	1	0.66	9.04	0.0197
Uyum Eksikliği	0.15	3	0.05	0.58	**0.6596**
Standart sapma	0.27				
Ortalama	5.48				
R^2	0.88				
Regresyon eşitliği $Y=5.33-0.39A-0.09B+0.10C-0.06AB-0.13AC+0.15BC+0.40A^2-0.48B^2+0.40C^2$					



Şekil 3.33. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin lezzet değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.8.4. Gevreklik

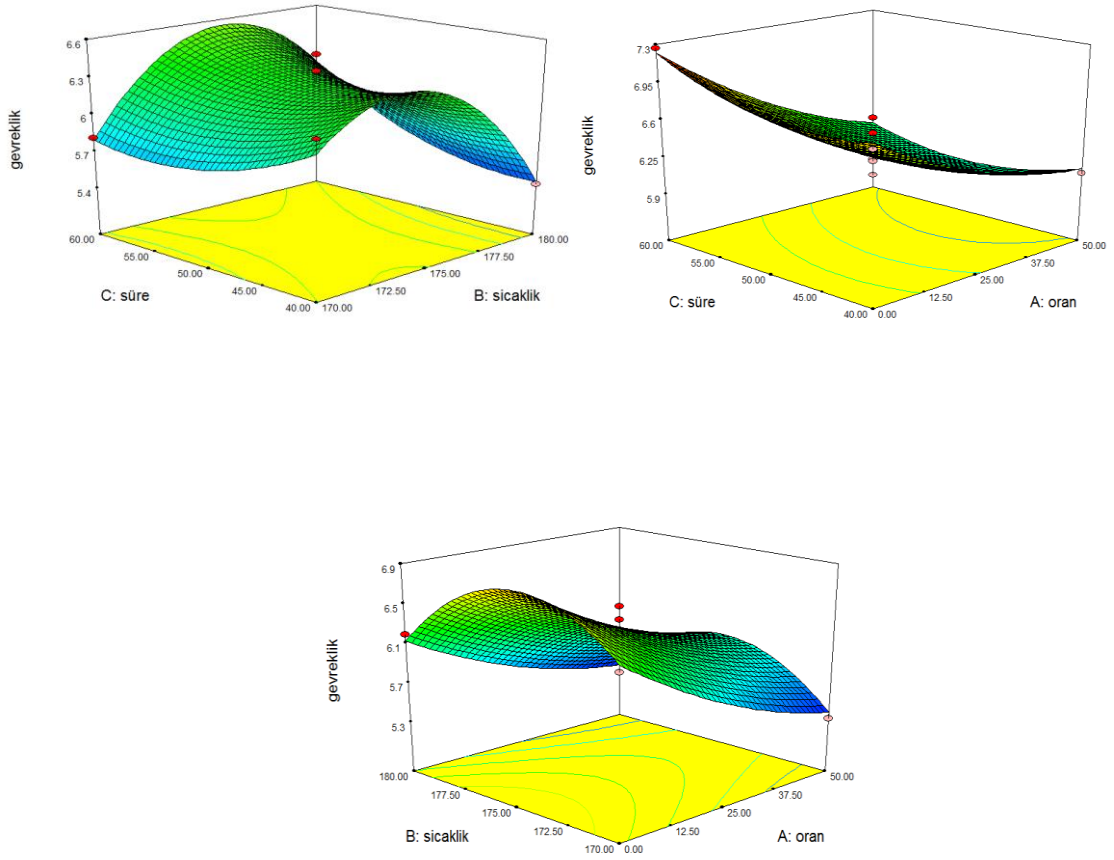
Cips örneklerinin gevreklik değerleri Tablo 3.41'de verilmiş olup, değerlerin 5.42-7.27 aralığında olduğu tespit edilmiştir. En düşük gevreklik değeri %50 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası), en yüksek gevreklik değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (9. deneme noktası) saptanmıştır.

Mercimek unu ilaveli cips örneklerinin gevreklik değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları ve modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.45'te verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının gevreklik değerine etkisi önemli ($p<0.05$) iken, sıcaklık ve sürenin gevreklik değerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin gevreklik değerini belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin gevreklik değeri üzerindeki etkisini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 3.34'te verilmiştir. Mercimek oranının artmasıyla gevreklik değerinin azaldığı görülebilmektedir. Bu durum varyans analizi tablosundaki (Tablo 3.45) istatistiksel verilerle de desteklenmektedir.

Tablo 3.45. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin gevreklik değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F-değeri**	**P-değeri**
Model	3.63	9	0.40	19.99	**0.0003**
A-oran	1.64	1	1.64	81.12	< 0.0001
B-sıcaklık	0.06	1	0.06	2.90	0.1326
C-süre	0.06	1	0.06	3.04	0.1248
AB	0.02	1	0.02	0.78	0.4078
AC	0.03	1	0.03	1.67	0.2376
BC	0.23	1	0.23	11.59	0.0114
A^2	0.08	1	0.08	4.12	0.0820
B^2	1.44	1	1.44	71.39	< 0.0001
C^2	0.13	1	0.13	6.61	0.0369
Uyum Eksikliği	0.05	3	0.02	0.74	**0.5826**
Standart sapma	0.14				
Ortalama	6.15				
R^2	0.96				
Regresyon eşitliği: $Y=6.27-0.45A-0.09B+0.09C+0.06AB-0.09AC+0.24BC+0.14A^2-0.58B^2+0.18C^2$					



Şekil 3.34. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin gevreklik değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.3.8.5. Genel beğeni

Cips örneklerinin genel beğeni değerleri Tablo 3.41'de görüldüğü üzere 4.80-6.77 aralığında değişmektedir. En düşük genel beğeni değeri %50 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde belirlenirken (8. deneme noktası), en yüksek genel beğeni değeri ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası) tespit edilmiştir.

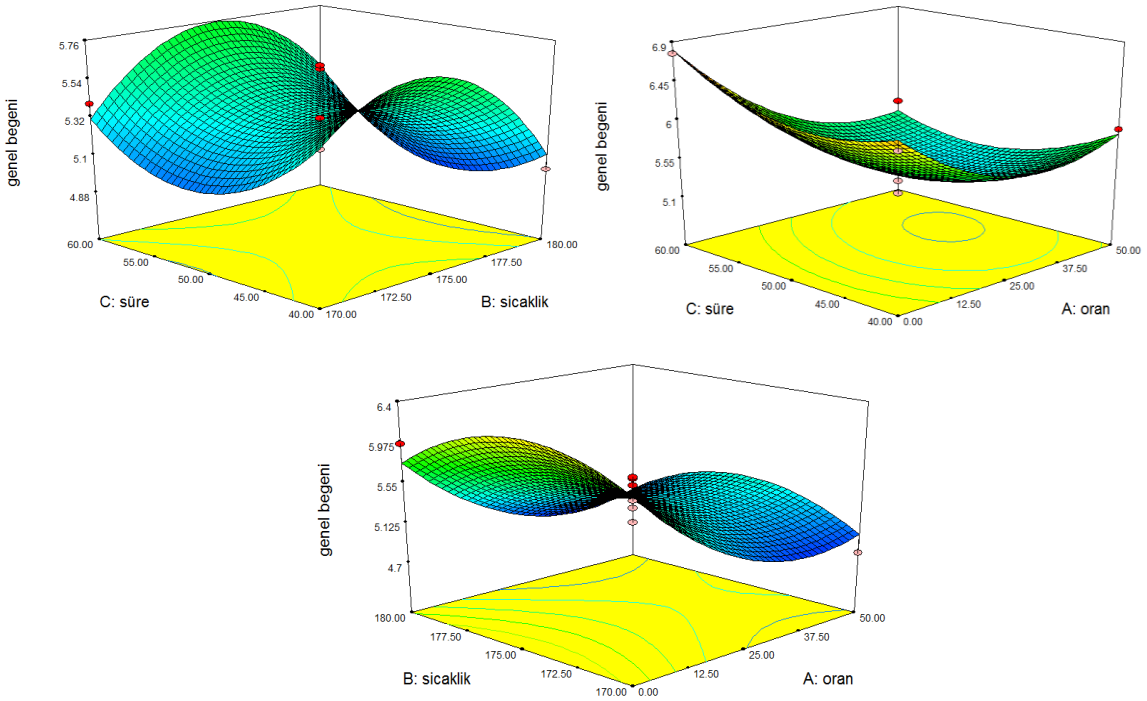
Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen cips örneklerinin genel beğeni değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları ve modele ait regresyon eşitliği Tablo 3.46'da verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre mercimek oranının genel beğeni değerine etkisi önemli ($p<0.05$) iken, sıcaklık ve sürenin genel beğeni değerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Yüzey-yanıt yöntemine göre hazırlanan modelin örneklerin genel beğeni değerini belirlemede etkinliğinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Şekil 3.35'te verilen üç boyutlu grafikler incelendiğinde mercimek unu oranının artmasıyla genel beğeni değerinin azaldığı saptanmıştır.

Tablo 3.46. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin genel beğeni değeri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	3.70	9	0.41	7.89	**0.0063**
A-oran	1.59	1	1.59	30.48	0.0009
B-sıcaklık	0.04	1	0.04	0.68	0.4363
C-süre	0.01	1	0.01	0.22	0.6565
AB	0.01	1	0.01	0.11	0.7522
AC	0.13	1	0.13	2.46	0.1607
BC	0.04	1	0.04	0.83	0.3920
A^2	0.81	1	0.81	15.60	0.0055
B^2	0.68	1	0.68	13.05	0.0086
C^2	0.46	1	0.46	8.86	0.0206
Uyum Eksikliği	0.18	3	0.06	1.31	**0.3861**
Standart sapma	0.23				
Ortalama	5.56				
R^2	0.91				

Regresyon eşitliği: $Y=5.38-0.45A-0.07B+0.04C+0.04AB-0.18AC+0.10BC+0.44A^2-0.40B^2+0.33C^2$



Şekil 3.35. Farklı oranlarda ilave edilen mercimek unu ile kızartma sıcaklık ve süresinin cips örneklerinin genel beğeni değeri üzerindeki etkisinin üç boyutlu gösterimi

3.4. Optimize formülasyonla üretilen cips örneklerinin analiz sonuçları

Fırınlanan ve kızartılan cips örneklerinin optimizasyonu Design Expert (Versiyon 7.0, StatEase, ABD) istatiksel paket programı kullanılarak yapılmış ve formülasyona ilave edilmesi gereken mercimek unu oranı, pişirme süresi ve sıcaklıkları hedef parametreler ışığında belirlenmiştir. Optimizasyon sonucunda 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 pişirilmiş cipslerin en uygun model olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre üretilen cipslerin görüntüsü Şekil 3.36'da verilmiştir. Üretilen cipsler modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlendikten sonra (Şekil 3.37) 60 gün süreyle depolanmış ve 0., 15., 30. ve 60. günlerde belirlenen analizler yapılmıştır.

Optimum noktalarda fırınlanarak ve kızartılarak üretilen cips örneklerinde toplam diyet lif analizi yapılmış ve sonuçlar sırası ile 7.45 ve 8.48 g/100g olarak bulunmuştur (Tablo 3.47).

Optimizasyon sonuçlarına göre fırınlanarak üretilen ve 60 gün süreyle depolanan cipslerde kuru madde miktarı 98.49-99.51 g/100g aralığında, kül miktarı 3.57-3.65 g/100g, protein miktarı 15.05-15.33 g/100g, sertlik değeri 11.01-12.07 kg, toplam fenolik madde miktarı 88.47-101.63 mg GAE/100 g, antioksidan kapasite değeri %32.70-35.94 aralığında tespit edilmiştir (Tablo 3.48). Depolama boyunca cipslerin kuru madde, kül, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinde meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Cipslerin sertlik değerlerindeki değişimin ise istatistiksel açıdan bir önemi yoktur ($p>0.05$).

Kızartılarak üretilen cipslerde ise kuru madde miktarı 98.22-98.48 g/100g aralığında, kül miktarı 2.96-2.99 g/100g, protein miktarı 11.92-12.20 g/100g, yağ miktarı 18.31-18.79 g/100g, sertlik değeri 10.84-12.57 kg, toplam fenolik madde miktarı 128.41-130.84 mg GAE/100 g, antioksidan kapasite değeri %46.15-51.73 aralığında saptanmıştır (Tablo 3.49). Depolama boyunca cipslerin kuru madde, kül, protein, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinde meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ancak depolama boyunca bu değerlerde meydana gelen değişimin sınırlı olduğu görülmektedir. Cipslerin yağ ve sertlik değerlerindeki değişimin ise istatistiksel olarak bir öneminin olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir.

Fırınlanan ve kızartılan cips örneklerin renk parametreleri de belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 3.50'de verilmiştir. Fırınlanan örneklerin L^* değerlerinin 72.10-74.28, a^* değerlerinin 4.98-6.32, b^* değerlerinin 24.22-27.48 aralığında değiştiği saptanmıştır. Kızartılan cips örneklerinin L^* değerlerinin 52.69-53.83, a^* değerlerinin 13.55-14.36, b^* değerlerinin 34.62-

35.75 aralığında olduğu bulgulanmıştır. Her iki pişirme yönteminde de depolama boyunca örneklerin renk değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Tablo 3.47. Optimizasyon sonucu üretilen örneklerin toplam diyet lif miktarları

	Mercimek Oranı	**Sıcaklık**	**Süre**	**Toplam diyet lif (g/100g)**
Fırınlanmış örnek	%50	170 °C	7.5 dk	7.45±0.09
Kızartılmış örnek	%50	175 °C	40 s	8.48±0.37

Tablo 3.48. Optimize formülasyonla fırınlanmış cips örneklerinin depolama analiz sonuçları

Depolama süresi	**0.gün**	**15.gün**	**30.gün**	**60.gün**
Kuru madde*	99.51±0.33^{c}	98.14±0.12^{a}	98.27±0.16^{ab}	98.49±0.31^{b}
Kül miktarı*	3.57±0.03^{a}	3.57±0.05^{a}	3.65±0.04^{b}	3.62±0.06^{ab}
Protein*	15.21±0.17^{ab}	15.13±0.10^{ab}	15.05±0.14^{a}	15.33±0.13^{b}
Sertlik (kg)	11.01±1.59^{a}	11.31±1.51^{a}	12.07±0.95^{a}	11.51±1.03^{a}
Toplam fenolik madde**	101.63±0.91^{c}	92.86±1.60^{b}	93.62±1.22^{b}	88.47±3.78^{a}
Antioksidan kapasite***	35.94±0.99^{b}	35.31±0.51^{b}	32.70±2.24^{a}	32.75±2.75^{a}

Tablo üzerindeki değerler 2 bağımsız tekrarlı verilerin ortalama±standart sapma değerlerini ifade etmektedir**.** Aynı satırda farklı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmaktadır ($p<0.05$). ***(g/100g)**(mg GAE/100 g), ***(%inhibisyon)**

Tablo 3.49. Optimize formülasyonla kızartılmış cips örneklerinin depolama analiz sonuçları

Depolama süresi	**0.gün**	**15.gün**	**30.gün**	**60.gün**
Kuru madde*	98.48±0.21^{b}	98.22±0.10^{a}	98.45±0.23^{ab}	98.45±0.19^{ab}
Kül miktarı*	2.97±0.03^{a}	2.96±0.03^{a}	2.97±0.04^{a}	2.99±0.03^{a}
Yağ miktarı*	18.68±0.25^{a}	18.41±0.16^{a}	18.31±1.19^{a}	18.79±1.26^{a}
Protein*	11.98±0.15^{ab}	12.20±0.16^{b}	11.92±0.12^{a}	12.14±0.13^{ab}
Sertlik (kg)	10.84±2.23^{a}	12.22±2.05^{ab}	10.88±1.51^{a}	12.57±1.51^{b}
Toplam fenolik madde**	130.84±1.20^{b}	129.30±2.13^{ab}	128.41±1.81^{a}	128.45±1.78^{a}
Antioksidan kapasite***	51.73±0.62^{d}	50.14±0.66^{c}	47.91±0.39^{b}	46.15±0.35^{a}

Tablo üzerindeki değerler 2 bağımsız tekrarlı verilerin ortalama±standart sapma değerlerini ifade etmektedir**.** Aynı satırda farklı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmaktadır ($p<0.05$). ***(g/100g)**(mg GAE/100 g), ***(%inhibisyon)**

Tablo 3.50. Optimize formülasyonla üretilen depolanmış örneklerin renk değerlerinin depolama analiz sonuçları

	Depolama süresi	*L**	*a**	*b**
Fırınlanmış örnekler	**0.gün**	74.03±1.24^{b}	5.68±0.49^{b}	27.48±0.86^{b}
	15.gün	72.10±0.74^{a}	6.32±0.43^{c}	26.93±0.64^{b}
	30.gün	74.28±0.55^{b}	5.27±0.53^{ab}	27.08±0.26^{b}
	60.gün	73.78±1.92^{b}	4.98±0.66^{a}	24.22±1.02^{a}
Kızartılmış örnekler	**0.gün**	53.83±0.27^{c}	13.55±0.27^{a}	34.62±0.51^{a}
	15.gün	52.69±0.21^{a}	14.14±0.36^{b}	35.29±0.37^{ab}
	30.gün	53.25±0.69^{b}	14.27±0.32^{b}	35.75±0.89^{b}
	60.gün	52.92±0.40^{ab}	14.36±0.26^{b}	35.43±0.76^{b}

Tablo üzerindeki değerler 2 bağımsız tekrarlı verilerin ortalama±standart sapma değerlerini ifade etmektedir**.** Aynı sütundaki farklı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmaktadır ($p<0.05$).



Şekil 3.36. Optimize formülasyonla üretilen cips örnekleri (A: Fırınlanmış cips örnekleri (%50 mercimek unu 170 °C 7.5 dk), B: Kızartılmış cips örnekleri (%50 mercimek unu 175 °C 40 s))



Şekil 3.37. Modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenen cipsler

4.BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma-Sonuç

Yapılan çalışmada; yüzey yanıt metodu kullanılarak kırmızı mercimek unu cips formülasyonuna ilave edilmiş ve cipsler fırınlanarak veya kızartılarak üretilmiştir. Bu çalışmada, fırınlama ve kızartma olmak üzere 2 farklı pişirme yöntemi kullanıldığından, 2 farklı dizayn oluşturulmuştur. Mercimek unu oranı, fırınlama sıcaklığı, fırınlama süresi veya kızartma sıcaklığı ve kızartma süresi parametreleri için minimum ve maksimum noktalar belirlenmiştir. Fırınlanan cips örnekleri için 15 deneme noktası, kızartılan cips örnekleri için ise 17 deneme noktası belirlenmiştir. Belirlenen deneme noktalarında cips örneklerinin fizikokimyasal (kuru madde, protein, kül ve yağ miktarları) ve bazı biyoaktif özellikleri (toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri), renk parametreleri, duyusal ve tekstürel özellikleri, hidroksimetil furfural, enzime dirençli nişasta miktarları ve optimize edilen ürünlerde diyet lif miktarı belirlenmiştir. Her bir deneme noktasındaki farklı parametrelerinin (mercimek unu oranı, pişirme için uygulanan yöntemin sıcaklık ve süresi) bu özellikler üzerine değişimleri incelenerek, cips örneklerinin söz konusu özellikleri üzerine etkisi tespit edilmiştir. Her bir analiz için mercimek unu oranı, sıcaklık ve süre optimize edilerek mercimek ilaveli cips üretiminde en uygun şartlar belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra optimum koşullarda üretilen cipsler tekrar üretilerek ambalajlanmış ve 20 °C sıcaklıkta 60 gün süre ile depolanmıştır. Depolama sürecinde meydana gelen değişimler 0., 15., 30. ve 60. günlerde alınan örneklerde tespit edilmiştir.

Cips üretiminde kullanılan hammaddelerin bazı fizikokimyasal, biyoaktif özellikleri ve renk parametrelerinin değerlendirilmesi

Mercimek unu ilaveli cips üretiminde kullanılan hammaddelerin fizikokimyasal analiz sonuçları Bölüm 3.1'de verilmiştir. Cips üretiminde kullanılan mercimek ununun ve un karışımının (74 g buğday unu, 19 g mısır unu, 1.75 g soğan tozu, 1.75 g sarımsak tozu, 1.75 g kimyon ve 1.75 g tuz) kuru madde miktarı sırasıyla, 96.91 ve %90.59 g/100g, kül miktarları 2.86 ve 7.25 g/100g, protein miktarları 22.12 ve 9.60 g/100g olarak belirlenmiştir. Mercimek unu ve un karışımının biyoaktif özellikleri belirlenmiş ve toplam fenolik madde miktarı

sırasıyla 34.92 ve 85.33 mg GAE/100 g, antioksidan kapasiteleri % inhibisyon cinsinden 42.33 ve 26.04 olarak saptanmıştır. Mercimek ununun renk parametreleri *L**=74.03 *a**=3.47 ve *b**=25.64 olarak saptanmıştır. Un karışımının renk değerleri ise *L**=87.06, *a**=0.91 ve *b**=14.16 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.1). Hera *et al.* [57] mercimek unu ilaveli kek ürettikleri çalışmada buğday unu ve mercimek ununun protein ve renk değerlerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada mercimek unu ve buğday ununun protein değerlerini sırası ile 25.2 ve 9.4 g/100 g, renk değerlerini sırasıyla *L**=89.55, *a**=8.21, *b**=19.92, *L**=92.34 *a**=-0.45 *b**=9.41 olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan mercimek ununun protein değerlerinin bu çalışma ile benzerlik gösterdiği belirlenirken, renk değerlerinde farklılıklar gözlenmektedir. Ancak bu durum normal karşılanmıştır. Çünkü, bahsedilen çalışmada kullanılan mercimek unu ticari olarak satın alınmıştır. Bizim yaptığımız çalışmada ise mercimekler haşlanıp kurutularak laboratuvar tipi üretim gerçekleştirilmiştir. Un karışımının ise *L*, a** ve *b** değerleri yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Turfani *et al.* [58] yaptıkları çalışmada ise beyaz ekmeği keçiboynuzu unu ve mercimek unu ile zenginleştirmiş ve kullanılan unların kül ve protein değerlerini belirlemişlerdir. Mercimek unu ve buğday ununun protein değerlerini sırasıyla 25.52 ve 10.50 g/100 g, kül değerlerini sırasıyla 2.46 ve 0.63 g/100 g olarak bulmuşlardır. Protein ve kül değerlerinin mevcut çalışmadaki sonuçlarla örtüştüğü görülmektedir.

Yaptığımız çalışmada kullanılan mercimek ununun enzime dirençli nişasta miktarı 5.37 g/100 g olarak saptanmış olup, bunlarla kıyasla Goni *et al.* [59] bazı baklagil unlarının enzime dirençli nişasta miktarını belirlediği çalışmada mercimek ununun enzime dirençli nişasta miktarını 8.2 g/100 g bulmuşlardır. Sonuçlar kıyaslandığında mevcut çalışmada elde edilen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Enzime dirençli nişasta miktarı aynı metotla belirlenmiş olmasına rağmen, bu farklılığın mercimeğin yetişme koşulları ve türü gibi farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir [33].

Çalışmada kullanılan mercimek ununun toplam fenolik madde miktarı 74.92 mg GAE/100 g olarak tespit edilmiştir. Rocchetti *et al.* [60] gluten içermeyen unların toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitelerini incelediği çalışmada mercimek ununun toplam fenolik madde miktarını 42.10 mg GAE/100g olarak belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında literatürde bulunan sonuçta daha yüksek bulunduğu görülmektedir.

Mercimek ununun antioksidan kapasite değeri %42.33 olarak bulunmuş olup Morales *et al.* [61] mercimek unu kullanarak yeni bir çerez gıda formülasyonu geliştirdiği çalışmada mercimek ununun antioksidan kapasite değerini %64.26 olarak saptamışlardır. Bu çalışmaya

kıyasla yüksek bir değer bulunmasının sebebinin mercimek türünün farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Cips örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi

Belirlenen deneme noktalarında üretilen cipslerde yapılan kuru madde analizinde fırınlanan cipsler için sıcaklık ve sürenin, kızartılan cipslerde ise mercimek oranı ve sürenin kuru madde miktarında etkili olduğu belirlenmiştir (Bölüm 3.2.1. ve Bölüm 3.3.1). Kuru madde değerleri fırınlanan ve kızartılan cipslerde sırası ile 87.49-99.94 g/100g ve 96.49-99.60 g/100g aralığında bulunmuştur. Kızartma esnasında suyun buharlaşması nedeni ile kızartılan cipslerdeki kuru madde oranlarının fırınlananlara kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Rababah *et al.* [62] ketçap, peynir ve pizza aromaları ilave edilen mısır cipslerinde yaptıkları çalışmada, örneklerin kuru madde içeriklerinin yüksek olmasının nedeninin kızartma esnasında buharlaşan su ile yağın yer değiştirmesine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Göncü [14], farklı tahıl unları ilavesi ile kızartarak ürettiği cipslerin kuru madde miktarlarının %99 seviyesinde olduğunu belirtmektedir. Bayat ekmek unu ilavesi ile kızartılarak üretilen cipslerin kuru madde miktarları da mevcut çalışma ile uyumlu olup, 92.97-99.86 g/100g aralığında bulunmuştur [63].

Yüzey-yanıt yöntemine göre üretilen mercimek unu ilaveli, fırınlanan ve kızartılan cipslere ait kül miktarları sırası ile Bölüm 3.2.2 ve 3.3.2'de verilmiştir. Fırınlanan cipslerin kül miktarlarının 3.25-4.62 g/100g aralığında olduğu saptanırken (Tablo 3.2), kızartılan cipslerin kül miktarlarında ise bu değerin 3.02-3.86 g/100g aralığında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.24). Her iki pişirme yönteminde de mercimek oranının kül miktarına etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Mercimek ununun ve hazırlanan un karışımının kül miktarları Tablo 3.1'de verilmiştir. Un karışımının (74 g buğday unu, 19 g mısır unu, 1.75 g soğan tozu, 1.75 g sarımsak tozu, 1.75 g kimyon ve 1.75 g tuz), kül miktarı 7.25 g/100g seviyesinde olduğundan dolayı ilave edilen mercimek ununun (kül=2.86 g/100g) cipslerin kül miktarlarını düşürdüğü tespit edilmiştir. Cipslerin karabuğday unu ile zenginleştirildiği bir çalışmada, cipslere ilave edilen karabuğday unu oranı arttıkça cipslerdeki kül miktarının arttığı belirlenmiştir [13]. Farklı oranlarda üzüm posası tozu (kül=4.91 g/100g) ilave edilerek cips üretimi gerçekleştirilen bir çalışmada üzüm posası tozu oranı arttıkça cipslerdeki kül miktarının da arttığı tespit edilmiştir [16]. Benzer şekilde cipslerin baklagil unları ile zenginleştirildiği bir çalışmada da ilave edilen baklagil unu arttıkça örneklerin kül

miktarlarının arttığı saptanmıştır [18]. İlave edilen materyale bağlı olarak cipslerin kül miktarlarının değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Fırınlanan ve kızartılan cipslerin protein içeriklerinin sırası ile 8.35-15.49 ve 6.83-12.78 g/100g aralığında olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.2, Tablo 3.24). İlave edilen mercimek oranındaki artışın cipslerin protein içeriğinin artmasına sebep olduğu saptanmış olup, etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Cipslerin protein içeriği yüksek bezelye, soya ve nohut unları ilavesi ile zenginleştirildiği bir çalışmada cipslerin protein içerikleri 9.36-15.51 g/100g aralığında belirlenmiştir [18]. Abegunde *et al.* [64] mısır cipsine börülce unu ilavesinin protein içeriğini etkilediğini belirlemiş olup, cipslerin protein içerikleri 15.20-23.03 g/100g seviyesinde bulunmuştur. Cipslere katkılanan düşük protein içerikli bayat ekmek ununun ise cipslerin protein içeriklerini düşürdüğü (7.42-8.67 g/100g) bildirilmektedir [65]. Literatürlerden de anlaşılacağı üzere cipslere ilave edilen katkılar kendi özelliklerini cipslere yansıtarak, genel bileşimde bazı değişikliklere sebep olmaktadır. Kullanılan hammaddenin protein oranının yüksek olmasından dolayı ilave edilen ürününde protein açısından zenginleştiği söylenebilir.

Fizikokimyasal analizler arasında yer alan yağ analizi yalnızca kızartılan cipslerde yapılmış olup, örneklerin yağ miktarlarının 17.59-21.37 g/100g aralığında değiştiği saptanmıştır (Bölüm 3.3.4, Tablo 3.24). Cipslere ilave edilen mercimek oranındaki artışın cipslerin yağ içeriklerini düşürdüğü belirlenmiştir. Cipslerin çok fazla tüketimi, içerdiği yüksek yağ miktarı nedeniyle çeşitli sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir. Literatür araştırması yapıldığında, çeşitli kaplama materyalleri ve katkılarla cipslerin yağ oranının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin; patates cipslerinin farklı hidrokolloidler ile kaplandığı bir çalışmada, cipslerin yağ içeriklerinin %54 civarında azaltıldığı saptanmıştır [66]. Yapılan çalışmalarda cipslere ilave edilen bayat ekmek unu [67], farklı baklagil unları [18] ve börülce unu [64] ilavelerinin cipslerdeki yağ oranını azalttığı belirlenmiştir. İlave edilen materyal kaplama görevi görüp, örnekte bulunan nemin yüzeye çıkarak porlar ve çatlaklar oluşmasını engellediği için yağ emilimi azalmaktadır [68]. Bu bilgilerden yola çıkılarak formülasyona ilave edilen materyalin kaplama görevi gördüğü ve yağ alımını azalttığı söylenebilir.

Cips örneklerinin renk parametrelerinin değerlendirilmesi

Cips örneklerinin renk değerleri Bölüm 3.2.4 ve Bölüm 3.3.5'te verilmiştir. Fırınlanan örneklerde *L** değerleri 52.60-75.78, *a** değerleri 3.66-14.69 ve *b** değerleri 26.18-31.28 aralığında olduğu belirlemiştir (Tablo 3.6). Örneklerin parlaklık parametresini gösteren *L** değeri ile kırmızılık değeri olan *a**'ya fırınlama sıcaklık ve süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Cipslerin sarılık değerini yansıtan *b** değerine ise mercimek unu oranı ve fırınlama süresinin etkilerinin önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Fırınlama sıcaklık ve sürenin artmasıyla cips örneklerinin *L** (parlaklık) değerinde belirgin bir azalma olduğu, *a** değerinin önemli derecede arttığı görülmektedir. Mercimek unu oranı ve fırınlama süresinin artmasıyla ise *b** değerinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Kızartılan cipslerde ise *L** değerlerinin 38.39-64.01, *a** değerlerinin 7.55-17.82, *b** değerlerinin 25.53-35.51 aralığında olduğu saptanmıştır (Tablo 3.29). Kızartılan örneklerin *L** değerine mercimek oranı, kızartma sıcaklığı ve süresinin etkileri istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) iken, *a** ve *b** değerine ilave edilen mercimek unu oranı ve kızartma süresinin etkileri önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Mercimek unu oranı, sıcaklık ve sürenin artmasıyla *L** değerinde azalma olduğu saptanmıştır. Mercimek unu oranı ve kızartma süresi arttıkça örneklerin *a** değerinde artış, *b** değerinde ise azalma olduğu tespit edilmiştir.

Cips formülasyonuna mercimek ununun ilave edildiği bir çalışmada, mercimek unu oranı ve kızartma süresindeki artıştın *L** değerini azalttığı tespit edilmiştir. Kızartma süresindeki artış ile *a** ve *b** değerlerinde ise önemli bir artış saptanmıştır. *L** değeri parlaklık olarak ifade edilmektedir ve bu değerdeki düşüş örneklerin koyulaştığını göstermektedir. Mercimek ununun protein oranı yüksekliği ve pişirme sırasında uygulanan yüksek sıcaklığın Maillard reaksiyonunu tetiklediği; buna bağlı olarak da oluşan ara ürünlerin cipslerin *L** değerinde düşüşe neden olduğu bildirilmektedir [69]. Shyu *et al.* [70] vakumla kızartılmış elma cipslerinin *L** değerlerinin kızartma sıcaklığı arttıkça azaldığını, *a** ve *b** değerlerinin ise arttığını tespit etmişlerdir. Farklı tahıl unları ilavesi ile buğday cipslerinin üretildiği başka bir çalışmada ise fırınlama süresi arttıkça ürünlerin renginin koyulaşmasından dolayı beklenildiği üzere *L** değerinin azaldığı, *a** ve *b** değerlerinin arttığı tespit edilmiştir [14].

Cips örneklerinin bazı biyoaktif özelliklerinin ve HMF miktarının değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında cipslere mercimek unu ilavesi yapılarak cipslerin fenolik madde miktarlarının artması ve dolayısı ile fonksiyonel nitelik kazanması hedeflenmiştir. Mercimek unu ilavesi ile fırınlanarak veya kızartılarak üretilen cips örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiş olup, sonuçlar sırası ile Bölüm 3.2.5 ve Bölüm

3.3.6'da verilmiştir. Fırınlanan örneklerin toplam fenolik madde miktarları en düşük 11. deneme noktasındaki (%25 mercimek unu ilaveli, 170 °C'de 6 dk fırınlanmış) örnekte 66.77 mg GAE/100 g, en yüksek ise 15. deneme noktasındaki (%25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış) örnekte 151.97 mg GAE/100 g olarak saptanmıştır (Tablo 3.10). Cips örneklerinde toplam fenolik madde miktarına sıcaklık ve sürenin etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Mercimek unu oranının toplam fenolik madde miktarını etkilemediği, fırınlama sıcaklığındaki artış ve süresinin uzamasına bağlı olarak toplam fenolik madde miktarının arttığı saptanmıştır. Yulaf unu ve patates nişastasına elma püresi ilave edilerek farklı sıcaklıklarda üretilen ekstrüze cips örneklerinde yapılan bir çalışmada da ektrüzyon sıcaklığındaki artışın toplam fenolik madde miktarında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Ekstrüzyon işlemi sırasında termal bozulma sebebiyle Maillard reaksiyonu yan ürünleri olarak serbest ve konjuge fenolik bileşiklerin oluşmasının bu artışa sebep olduğu söylenmektedir [71].

Kızartılarak üretilen cips örneklerinin toplam fenolik madde değerleri fırınlananlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Kızartılarak üretilen cipslerde ise en düşük toplam fenolik madde miktarı mercimek unu içermeyen 11. deneme noktasındaki 175 °C'de 40 s kızartılmış kontrol örneklerinde 81.77 mg GAE/100g, en yüksek ise 9. deneme noktasında üretilen %50 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde 211.84 mg GAE/100 g olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.33). Örneklerin toplam fenolik madde miktarına mercimek unu oranı, kızartma sıcaklığı ve süresinin etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. İşlem parametrelerinin, özellikle de mercimek unu oranının artışıyla toplam fenolik madde miktarında belirgin bir artış olduğu saptanmıştır.

Fırınlanan cips örneklerinin antioksidan kapasite değerleri dikkate alındığında en düşük değerlerin 8. deneme noktasında üretilen (%25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 6 dk fırınlanmış) cips örneğinde %20.54, en yüksek değer ise 15. deneme noktasında (%25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış) üretilen cips örneğinde %57.73 düzeyinde tespit edilmiştir (Tablo 3.10). Pişirme sırasında uygulanan sıcaklık bazı fenolik bileşiklerin degradasyonuna neden olduğundan antioksidan kapasitede azalma meydana gelebilmektedir. Ancak Maillard reaksiyonu ürünleri, özellikle melanoidinler, fenolik maddelerin kaybından dolayı oluşan aktivite azalmasını karşılayabilir hatta aktiviteyi artırabilirler [72]. En yüksek fırınlama sıcaklığında ve en uzun süre pişirilen cipslerde (190 °C'de 9 dk fırınlanan) antioksidan kapasitenin yüksekliği de bununla ilişkilendirilebilir. Benzer şekilde Michalska *et. al* [73], çavdar ekmeğinin üretimi sırasında oluşan Maillard reaksiyon ürünlerinin antioksidan

kapasiteye katkısını araştırdıkları çalışmalarında, Maillard reaksiyonunun başlangıç safhasında oluşan ara ürünlerin antioksidan kapasitesinin bulunmadığını, Maillard reaksiyonunu ileri aşamalarında meydana gelen ürünlerin, serbest radikal yakalayıcısı olduğunu ve esmerleşme reaksiyonuyla birlikte antioksidan özelliklerin arttığını ifade etmişlerdir. Mevcut çalışmada mercimek unu oranı ve fırınlama süresinin antioksidan kapasite üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Mercimek unu oranı ve fırınlama süresi arttıkça antioksidan kapasite değerinde de artış gözlemlenmiştir.

Fırınlanan cips örneklerine kıyasla kızartılarak üretilen cips örneklerinin antioksidan kapasite değeri daha yüksek bulunmuştur. Kızartılan cips örneklerinde en düşük antioksidan kapasite değeri 11. deneme noktasında üretilen cips örneğinde (mercimek unu içermeyen 175 °C'de 40 s kızartılmış örneklerde) %17.97, en yüksek antioksidan kapasite değeri ise 3. deneme noktasında üretilen cips örneğinde (%50 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde) %66.05 olarak saptanmıştır (Tablo 3.34). Buradaki antioksidan kapasite farklılığının ise özellikle ilave edilen mercimek ununda farklılıktan kaynaklandığı söylenebilir. Bu çalışmada tüm işlem parametrelerinin antioksidan kapasite değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Mercimek unu oranı, kızartma sıcaklığı ve süresi arttıkça antioksidan kapasite değerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde buğday ununa farklı oranlarda çavdar, tam buğday unu ve yulaf gibi tahıl unları ilave edilerek 210 °C'de farklı sürelerde fırınlanmış buğday cipslerinin üretildiği bir çalışmada örneklerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri incelenmiş olup, ilave edilen tahıl unu oranı ve fırınlama süresi arttıkça toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinin de arttığı tespit edilmiştir. İlave edilen tahıl unu oranıyla birlikte fırınlama süresinin artmasıyla birlikte oluşan Maillard reaksiyonu ürünlerinin cipslerdeki toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerinin artmasında rol aldığı bildirilmektedir [14]. Serpen *et al.* [74] tarafından yapılan bir çalışmada, patates cipslerinin kızartılması sırasında enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının bir sonucu olarak antioksidan özelliğin arttığı bulgulanmıştır. Ekstrüzyon yöntemi ile siyah üzüm posası katkılı mısır cipsi üretiminin yapıldığı bir diğer çalışmada ise ilave edilen üzüm posası tozundaki artışın toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan kapasiteni arttırdığı, sıcaklığın artışıyla ise bu değerlerin azaldığı tespit edilmiştir [16].

Kaur *et al.* [75] buğday ununa %5, 10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında keten tohumu unu ilave edip, sabit sıcaklık ve sürede fırınlayarak ürettikleri kurabiye örneklerinde kullanılan keten tohumu unu oranındaki artışta bağlı olarak toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite

değerlerinin arttığını saptamışlardır. En yüksek toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan kapasite %30 keten tohumu unu ilaveli kurabiyelerde sırası ile 22.18 mg GAE/g ve %12.54 olarak saptanmıştır. Benzer şekilde Serpen *et al.* [76] tarafından buğday ununa yulaf, çavdar, kepekli un, soya ve mısır gibi farklı tahıl unları ilave edilerek üretilen ekmeklerde, eklenen farklı tahıl unlarının toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteyi arttırdığı da belirlenmiştir.

Cips örneklerinden farklı olarak, Türkmen *et al.* [77] bal örneklerini 12 gün boyunca 50, 60 ve 70 °C'de inkübe etmişlerdir. Balların yüksek sıcaklıkta uzun süre bekletilmeleri halinde renkte esmerleşme ve antioksidan kapasitelerinde artış tespit edilmiştir. Bu sonucun uygulanan sıcaklığa bağlı olarak ortaya çıkan Maillard reaksiyonu ürünlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Fırınlanan cipslerin HMF içerikleri 0.69-80.92 mg/kg aralığında değişirken (Tablo 3.14), kızartılan cipslerde ise 3.41-30.60 mg/kg aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 3.37). Ramirez-Jimenez *et al.* [72] yaptıkları çalışmada 9 farklı tahıl bazlı formülasyon belirleyerek, pişirme yöntemi olarak fırınlama ve kızartma işlemlerini kullanmışlardır. Ürünlerin HMF değerleri 4.1-151.2 mg/kg aralığında belirlenmiştir. Mevcut çalışmada fırınlanan cipslerde mercimek oranı, sıcaklık ve sürenin HMF miktarına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunurken, kızartılan cipslerde ise yalnızca sıcaklık ve sürenin etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Her iki pişirme yönteminde sıcaklık ve süre parametrelerinin artmasıyla HMF miktarının arttığı tespit edilmiştir. Fırınlanan cipslerde mercimek unu ilavesinin HMF miktarını düşürdüğü bulunmuştur. Literatür incelendiğinde farklı cips ve tahıl ürünlerinde uygulanan sıcaklık ve süre arttıkça genel olarak ürünlerde HMF miktarının arttığı belirlenmiştir. Örneğin; kızartılan patates cipslerinin HMF içeriği 63.39-75.03 mg/kg, ekmek cipslerinde 2.53-47.02 mg/kg düzeylerinde saptanmıştır [78, 79]. Zilic *et al.* [80] mısır unlarını kızılötesi ışınla ısıttıkları bir çalışmada mısır unlarının HMF içeriğinin artmasına bağlı olarak, antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarının da arttığını belirlemişlerdir. Aminoasit ve indirgen şekerlerin reaksiyonuyla ortaya çıkan, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun temel bir ürünü olan HMF'nin özellikle üretim sırasında uygulanan sıcaklığa bağlı olarak arttığı çok iyi bilinmektedir [81]. HMF'nin gıdalarda oluşumu sonucu kalite ve besin kayıplarına yol açtığı bilinmekle birlikte, insan sağlığını olumsuz etkileyebileceği de yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur [82]. HMF'nin göz, solunum sistemi, deri ve mukozaya karşı tahriş edici etkileri olduğu bilinmektedir [81]. Bunun aksine bazı çalışmalarda [14, 72, 77, 83] Maillard reaksiyonunu ile oluşan ürünlerden

HMF'nin antioksidatif etkisinin olduğundan da bahsedilmektedir. İlave edilen ingredientlerde doğal olarak HMF oluşumunu etkilemektedir. Örneğin; Serpen *et al.* [76] tarafından buğday ununa yulaf, çavdar, kepekli un, soya ve mısır gibi farklı tahıl unları ilave edilerek üretilen ekmeklerde HMF miktarlarının 1.5-25.0 mg/kg aralığında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek değer yalnızca buğday unu ile üretilen kontrol örneğinde tespit edilmiştir. İlave edilen tahıl unlarının HMF miktarını azalttığı saptanmıştır.

Cips örneklerinin tekstürel özelliklerinin değerlendirilmesi

Fırınlanan ve kızartılan cipslerin sertlik değerleri sırası ile Bölüm 3.2.6. ve Bölüm 3.3.7'de verilmiştir. Fırınlanan cipslerin sertlik değerlerinin 5.99-31.87 kg aralığında değiştiği gözlenirken (Şekil 3.9), kızartılan cipslerin sertlik değerlerinin ise 10.26-14.83 kg aralığında değiştiği saptanmıştır (Şekil 3.27). Her iki pişirme yönteminde de sürenin sertlik değerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Fırında pişirme süresi arttıkça sertlik değerlerinde azalma olduğu, fırınlanan cipslerin sertlik değerlerinin daha yüksek olduğu bulgulanmıştır. Nem içeriği arttıkça, sertlik değeri de yükselmektedir. Ancak, sertlik değeri yükseldikçe, gevreklik azaldığından duyusal beğeni düşmektedir. Pişirme süresi kısa olan cipslerin nem içeriği nispeten daha yüksek olduğundan, enstrümantel sertlik değeri daha yüksek tespit edilmiştir. Duyusal sertlik değeri ile tekstürel sertlik arasında ise ters bir orantı vardır. Cipslerin yapısındaki su buharlaşırken ürünün yapısında por ve çatlaklar meydana gelerek kırılganlık artmaktadır [65]. Cips ürünlerinde gevreklik tüketici tercihi açısından önemli bir parametredir. Tüketiciler cipsleri lezzet ve ağız dolgunluğu yanında, çiğnerken çıkarttığı çıtırtı nedeniyle de tercih etmektedir. Kırılganlığı çok fazla olan bir cips daha proses aşamalarında ya da paket içinde tüketiciye ulaşmadan kırılabilir ve tüketici kırık bir cipsi satın almak istemeyebilir. Fırınlama ve kızartma işlemlerinde uygulanan sıcaklık ve süre ürünlerin gevrekliğini etkileyen birincil faktörlerdir. Ayrıca ürün formülasyonu da cipslerin gevrekliğini etkilemektedir. Örneğin; Kayacıer *et al.* [84] fırınlanmış tortilla cipslerinde pişirme süresinin uzamasına bağlı olarak, sertlik değerinin azaldığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde buğday cipsine arpa unu ilave edilerek gerçekleştirilen bir çalışmada arpa unu oranı arttıkça cipslerdeki sertlik değerinin de arttığını, ilave edilen lifli bileşiklerin sertlik değerinde artışa sebep olduğunu saptamışlardır [17]. Lisinska *et al.* [85] patates kızartmasının yapısını inceledikleri bir çalışmada yapıdaki suyun uzaklaşması ve dokunun bozulması sonucu örneklerin tekstürel özelliklerinin zayıfladığını tespit etmişlerdir.

Cips örneklerinin duyusal özelliklerinin değerlendirilmesi

Yüzey-yanıt yöntemine göre fırınlanarak veya kızartılarak üretilen cips örnekleri duyusal özellikleri bakımından değerlendirilmiş ve sonuçlar sırası ile Bölüm 3.2.9 ve Bölüm 3.3.10'da verilmiştir. Her bir örneğin; renk, koku, lezzet, gevreklik ve genel beğeni özellikleri 1-9 aralığında puanlama kullanılarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Puanlamada 1 kötü, 9 iyi olarak değerlendirilmiştir. Fırınlanan cips örneklerinde mercimek unu oranı, sıcaklık ve süre parametrelerinin cipslerin duyusal özellikleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenirken, kızartılan cipslerde ise yalnızca mercimek oranının duyusal parametreler üzerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Fırınlanan cips örneklerinde mercimek unu oranı, fırınlama sıcaklık ve süresi arttıkça renk, koku, lezzet ve genel beğeni puanları azalmıştır. Cipslerde en düşük renk puanı (2.67) %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası), en yüksek renk puanı (6.32) ise %25 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (11. deneme noktası) belirlenmiştir. En düşük koku puanı (3.47) %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası), en yüksek koku puanı (5.88) ise %25 mercimek unu ilaveli 170 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (11. deneme noktası) saptanmıştır. Mercimek unu ilave edilen cips örneklerinin en düşük lezzet puanı (2.78) %25 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 9 dk fırınlanmış cipslerde (15. deneme noktası), en yüksek lezzet puanı ise %0 (5.88) mercimek unu ilaveli 180 °C'de 6 dk fırınlanmış cipslerde (5. deneme noktası) tespit edilmiştir. Cipslerde gevreklik puanı incelendiğinden düşük değer (4.43) %50 mercimek unu ilaveli 190 °C'de 7.5 dk fırınlanmış cipslerde (12. deneme noktası), en yüksek gevreklik puanı ise %25 (6.50) mercimek unu ilaveli 180 °C'de 7.5 dk fırınlanmış cipslerde (2. deneme noktası) saptanmıştır.

Kızartılan cipslerde ise mercimek unu oranının artışıyla yine aynı duyusal parametrelerde azalma görülmüştür. Duyusal parametrelerden biri olan renk değeri incelendiğinde en düşük renk puanı (4.17) %25 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (17. deneme noktası), en yüksek renk puanı (6.64) ise %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası) gözlemlenmiştir. Gerek pişirme sıcaklık ve süresindeki artışa bağlı olarak Maillard reaksiyonunun gerçekleşmesi ve gerekse de cips hamuruna ilave edilen mercimek unu ilavesinden dolayı renk koyulaşmaktadır. Bu faktörler özellikle renk puanlarının azalmasına neden olmaktadır. En düşük koku değeri (4.80) %25 mercimek unu

ilaveli 175 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (1. deneme noktası) belirlenirken, en yüksek koku değeri ise %0 (6.18) mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası) tespit edilmiştir. En düşük lezzet değeri (4.72) %50 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (9. deneme noktası), en yüksek lezzet değeri ise (6.72) %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası) saptanmıştır. 5.42-7.27 aralığında olduğu tespit edilmiştir. En düşük gevreklik değeri (5.42) %50 mercimek unu ilaveli 180 °C'de 50 s kızartılmış cipslerde (12. deneme noktası), en yüksek gevreklik değeri ise (7.27) %0 mercimek unu ilaveli 175 °C'de 60 s kızartılmış cipslerde (9. deneme noktası) belirlenmiştir. Gevreklik puanları incelendiğinde ise fırınlanan cipslerde uygulanan sıcaklık, süre ve ilave edilen mercimek unu oranındaki artışa paralel olarak gevreklik puanlarının yükseldiği görülürken, kızartılan cipslerde ise mercimek unu oranındaki artış gevreklik puanlarında azalmaya neden olmuştur. Tüketici cipsten gevrek bir yapı beklemektedir. Bu yapının oluşabilmesi için cipsteki nem miktarının düşük olması gerekmektedir. Bundan dolayı kuru madde miktarı yüksek olan cipslerde gevreklik beğenisi yüksek bulunduğu düşünülmektedir. Genel beğeni puanları dikkate alındığında ise fırınlanan örneklerde 5. deneme noktasının, kızartılan cipslerde ise 12. deneme noktasının en çok beğenilen örnek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kızartılan cips örneklerinin (6.77) fırınlanan örneklere (5.57) kıyasla daha yüksek genel beğeni puanına sahip olduğu düşünülmektedir.

Cips örneklerinin EDN miktarının değerlendirilmesi

Fırınlanan ve kızartılan cipslerin EDN miktarları sırası ile 0.90-3.52 g/100 g ve 0.92-3.09 g/100 g aralığında değişmektedir (Tablo 3.16 ve Tablo 3.39). Fırınlanan cipslerde yalnızca mercimek unu oranının EDN miktarı üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) iken, kızartılan cipslerde ise mercimek oranı ve kızartma sürelerinin etkileri önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Kızartma süresi arttıkça cipslerdeki EDN miktarının arttığı tespit edilmiştir. Kızarma süresindeki artışa bağlı olarak EDN miktarındaki artışın kızartma sırasında üründeki nişastanın jelatinize olup soğutma ile retrograde olmasından dolayı oluşan EDN miktarında artış olması ile ilişkilendirilebilir [65]. Mercimek ununun EDN miktarı (5.37 g/100g) unlu karışıma (0.55 g/100g) göre oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.1). Bu nedenle mercimek unu oranı arttıkça EDN miktarında da belirgin bir artış olduğu düşünülmektedir.

EDN ince bağırsaklarda sindirime uğramayan, direkt kalın bağırsaklara geçerek buradaki bakteri florası tarafından fermantasyona uğrayan bir nişasta tipi olarak tanımlanmaktadır. Englyst *et al.* [86] beslenme ile vücuda alınan nişastanın ince bağırsaklarda tam olarak

sindirilemediğini belirlemesinden sonra, bazı nişasta formlarının sindirime direnç gösterdiğini saptamıştır. EDN sindirim fonksiyonlarını düzenleyerek, kalın bağırsak mikroflorasını olumlu yönde etkilemekte, kolesterol seviyesini ve glisemik indeksi düşürmektedir. Sağlık üzerine etkilerine ilave olarak gıdanın tekstürel özelliklerini ve görünümünü iyileştirme ve yağ ikamesi gibi fonksiyonel özelliklere de sahiptir [87]. Bütün bu açıklamalar dikkate alındığında mercimek unu ilavesinin cipslerde EDN miktarını arttırarak, olumlu sağlık etkileri sergileyebileceği sonucuna ulaşılmaktadır.

Farklı cipsler ve tahıl bazlı ürünlerde yapılan çalışmalar incelendiğinde patates cipslerindeki EDN miktarı 3.27 g/100 g, 70 farklı tahıl esaslı gıda ürününde yapılan bir diğer çalışmada mısır cipsinin EDN miktarı 0.8 g/100 g, beş tahıllı ekmek cipsinin 1.5 g/100 g, buğday krakerinin 0.4 g/100 g, kahvaltılık mısır gevreğinin ise 1.0 g/100 g olarak belirlenmiştir [88, 89]. Sonuçlar dikkate alındığında mercimek unu ilavesi ile üretilen cipslerdeki EDN miktarının patates cipslerine yakınken; mısır cipsinden, beş tahıllı ekmek cipsinden ve buğday krakerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Yüksel *et al.* [65] bayat ekmek unu ilaveli buğday ve mısır cipsi ürettiği çalışmada EDN miktarını sırası ile 0.8 g/100 g ve 1.1 g/100 g düzeylerinde bulmuştur. Mevcut çalışmada elde edilen EDN miktarının bu çalışmadaki cipslerden de yüksek olduğu görülmektedir.

Optimizasyon sonucu üretilen cips örneklerinin toplam diyet lif miktarının değerlendirilmesi

Optimizasyon sonucuna göre fırınlanarak ve kızartılarak üretilen cips örneklerinde toplam diyet lif analizi yapılmıştır. Diyet lif insanların ince bağırsağında sindirime ve emilime dirençli olan, kalın bağırsakta tam ya da kısmi fermentasyona uğrayan yenilebilir bitki kısımları olarak tanımlanmaktadır. Diyet liflerin en önemli yararlı fizyolojik etkileri arasında kandaki kolesterol seviyesini ve glukoz seviyesini düşürmesi bulunmaktadır [90, 91]. Diyet lifleri tip 2 diyabet riskini azaltarak ve kilo kontrolüne yardımcı olarak koroner kalp hastalıkları riskini azaltmaktadır [92]. Besinsel lifin sağlığı olumlu etkileyen özelliklerinden dolayı cips örneklerine mercimek unu ilave edilerek diyet lif açısından zenginleştirilebileceği düşünülmektedir.

Mercimek unu ilavesi ile fırınlanarak veya kızartılarak üretilen cipslerde diyet lif analizi yapılmış ve sonuçlar sırası ile %7.45 ve %8.48 olarak belirlenmiştir. Bouasla *et al.* [93] farklı oranlarda mercimek unu ilavesi ile zenginleştirilmiş makarna üretmiş ve toplam diyet lifi miktarını %30 mercimek unu ilaveli örneklerde %5.39 olarak saptamışlardır. Bir diğer

çalışmada farklı oranlarda mercimek unu ilave edilerek üretilen glutensiz pirinç eriştelerinde, en yüksek diyet lifi miktarını %50 mercimek unu ilaveli örneklerde %11.06 olarak belirlenirken, en düşük diyet lifi miktarı ise mercimek unu ilave edilmeyen örneklerde tespit edilmiştir [6]. Çölyak hastaları için baklagil unları ile zenginleştirilmiş pirinç tarhanasının üretildiği bir çalışmada ise örneklere mercimek unu ilave edilmiş ve toplam diyet lif miktarı en yüksek %40 mercimek unu ilaveli örneklerde %6.78 olarak tespit edilmiştir [94]. Morales *et al.* [61] mercimek unu ilaveli atıştırmalık üründe toplam diyet lif miktarını %12.42 olarak saptarken, kontrol örneklerinin diyet lif miktarını ise %8.20 olarak saptamışlardır. Yapılan çalışmalarda mevcut çalışmaya benzer şekilde, mercimek unu oranındaki artışa bağlı olarak toplam diyet lif miktarının arttığı tespit edilmiştir.

Optimizasyon ve depolama sonuçlarının değerlendirilmesi

Hedef parametreler doğrultusunda belirlenen optimizasyon sonucunda 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 pişirilmiş cipslerin en uygun model olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre üretilen cipsler, modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlendikten sonra 60 gün süreyle depolanmış ve 0., 15., 30. ve 60. günlerde belirlenen analizler yapılmış ve sonuçlar Tablo 3.47- 3.50'de verilmiştir.

Cipslerin depolama analiz sonuçları incelendiğinde 60 gün süreyle kuru madde, kül, protein ve renk değerlerindeki değişimlerin istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Depolama sırasında örneklerin yağ miktarı ve sertlik değerlerindeki değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Kayacıer *et al.* [95] mono ve digliserit ilave ederek tortilla cipsleri üreterek 4 hafta boyunca depoladıkları çalışmalarında, mevcut çalışmaya benzer şekilde sertlik değerinde bir değişim olmadığını saptamışlardır.

Depolanan cipslerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri incelendiğinde her iki pişirme yönteminde de bir azalma meydana gelmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunsa da çok sınırlı bir miktar

olduğundan pratikte bir öneminin olmadığı düşünülmektedir. Novotni *et al.* [96] ürettiği ekmekleri farklı ambalaj materyallerinde 22 gün süreyle depolamış ve biyoaktivitelerinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Depolama boyunca ekmeklerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinde bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. Depolama sürecindeki toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerindeki değişimin bu bulgularla uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

4.2. Çalışma sonucunda elde edilen bazı önemli bulgular

Yapılan çalışmada yüzey-yanıt yöntemi kullanılarak farklı oranlarda mercimek ilavesi ile farklı sıcaklık ve süre parametrelerinde fırınlanan veya kızartılan cipsler üretilmiştir. Mercimek oranı, protein, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve EDN maksimum, sıcaklık, süre, kuru madde, kül, renk değerleri ve sertlik kendi aralığında, HMF miktarı ise minimum seçilerek hedef parametreler belirlenmiştir. Hedef parametrelere göre Design Expert istatiksel paket programı ile yapılan optimizasyon sonucunda 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 pişirilmiş cipslerin en uygun model olduğu tespit edilmiştir. Mercimek unu ilaveli cips örneklerinin analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde:

- Mercimek unu ilavesi ile kuru madde miktarında önemli bir değişim olmamış, kül miktarı ise etkilenmiştir. Hazırlanan un karışımının kül miktarı, mercimek ununun kül miktarından daha yüksek olması nedeni ile böyle bir durumun ortaya çıktığı düşünülmektedir.

- Mercimek ununun protein miktarı yüksek olması nedeni ile ilave edildiği cips örneklerinin protein miktarlarında artış saptanmıştır.

- Cips ürünlerinin birçok kesim tarafından sevilerek tüketilmesinin en önemli kaynaklarından bir tanesi derin yağda kızartılmalarıdır. Bu nedenle kızartılan örnekler fırınlanan örneklere göre duyusal olarak daha çok beğenilmiştir. Fakat kızartma esnasında yapılarına aldıkları yağ miktarı tüketicilerde birçok sağlık sorununa yol açabilmektedir. En yüksek yağ miktarı mercimek unu içermeyen kontrol örneklerinde %21.37, en düşük yağ içeriği ise %50 mercimek unu ilaveli cipslerde %17.59 olarak bulunmuştur. Mercimek unu ilavesi ile cipslerdeki yağ içeriğinin azaltılabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmada kullanılan mercimek ununun yağ içeriğini %17 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Mercimek unu cips ürünlerinde kaplama materyali gibi görev yaparak örneklerin yağ emilimini azaltmakta ve az yağlı son ürün elde edilmesini sağlamaktadır.

- Mercimek unu ilavesi ile kızartılan cipslerde toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değerinde artış olduğu tespit edilmiştir.

- Çalışmada mercimek unu ilavesi ile örneklerin EDN içeriğinin zenginleştiği belirlenmiştir. Mercimek unu ilavesinin EDN oranını artırması bu materyalin cips ürünlerinin fonksiyonel özelliklerini artırabileceğini göstermiştir.

- Duyusal analiz sonucunda her iki pişirme yönteminde de en beğenilen örneklerin mercimek unu içermeyen kontrol örnekleri olduğu tespit edilmiştir. Ancak Mercimek unu ilaveli cipslerin de en beğenilen örneklere yakın puan aldığı tespit edilmiştir. Kızartılan örneklerin fırınlanan örneklere kıyasla daha yüksek genel beğeni puanına sahip olduğu bulgulanmıştır.

- Mercimek unu ilavesi ile cipslerin tekstürel özelliklerinden biri olan sertlik değerinde önemli bir değişim olmadığı tespit edilmiştir.

- Cipslerin HMF analiz sonuçları değerlendirildiğinde fırınlanan cipslerde mercimek unu ilavesi ile HMF miktarının düştüğü, kızartılan cipslerde ise mercimek unu ilavesinin HMF miktarında etkisi olmadığı belirlenmiştir.

- Yüzey yanıt yöntemine göre optimizasyonu yapılan örneklerin 60 gün depolama boyunca kuru madde, kül, protein, yağ, renk ve biyoaktif özelliklerinde meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuş olsa da değişimlerin pratikte çok sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle örneklerin depolamaya dayanıklı olduğu ve uzun süre saklanabileceği düşünülmektedir.

- Çalışma kapsamında elde edilen bulgular mercimek ununun cips üretiminde başarıyla kullanılabilirliğini ortaya koyarak hedeflenen sonuca ulaşılabileceğini göstermektedir. Böylece protein açısından zengin ve EDN miktarı yüksek bir atıştırmalık ürünün, bu tarz ürünlerden vazgeçemeyen tüketicilere daha sağlıklı bir alternatif olarak sunulabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Thakur, S., Saxena, D.C., 2000. Formulation of extruded snack food (Gum based cereal pulse blend): Optimization of ingredients levels using response surface methodology, **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, **33** (**5**), 354–361.
2. Özer, E., A., 2007. Ekstrüzyon yöntemi ile besleyici değeri yüksek çerez tipi fonksiyonel bir ürün geliştirme, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 222 s.
3. Tiwari, U., Gunasekaran, M., Jaganmohan, R., 2011. Quality characteristic and shelf life studies of deep-fried snack prepared from rice brokens and legumes by-product, **Food Bioprocess Technology**, **4**, 1172–1178.
4. Coşkun, T., 2005. Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri, **Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi**, **48** (**1**), 69–84.
5. Kaya, F., 2010. Ülkemizde yetiştirilen bazı mercimek çeşitlerinin bileşimlerinin belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 50 s.
6. Hosta, H.G., 2012. Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç eriştelerinin kalite ve bazı besinsel özelliklerinin incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 108 s.
7. Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., Oomah, B., D., 2010. Minor components of pulses and their potential impact on human health, **Food Research International**, **43** (**2**), 461–482.
8. Tekin, A., Karabacak, H., 1998. Piyasada tüketilen değişik cips ve çerez yağlarının bazı bileşim özellikleri üzerine araştırma, **Gıda**, **23** (**6**), 431–435.
9. Örs, A., 2011. Cipsin 158 yıllık tarihi, (Web sayfası: **http://www.haberekspres.com.tr/magazin/cipsin-158-yillik-tarihi-h19334.html**), (Erişim Tarihi: 10.08.2017)
10. Türk Standartları Enstitüsü, 1991. Patates cipsi standardı, **TS 3628, Ankara**,.
11. Türk Standartları Enstitüsü, 1996. Şekillendirilmiş cipsler-Mısır Cipsi, **TS 11998, Ankara**,.
12. Kerr, W.L., Ward, C.D.W., Mcwatters, K.H., Resurreccion, A.V.A., 2001. Milling and particle size of cowpea our and snack chip quality, **Food Research International**, **34**, 39–45.
13. Taşkırdı, Y., 2011. Karabuğday ile zenginleştirilmiş buğday cipslerinin tekstürel ve

duyusal özelliklerinin belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 82 s.

14. Göncü, A., 2011. Farklı tahıl unları ilavesi ile elde edilen fırınlanmış buğday cipsinin kalite niteliklerinin belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 79 s.

15. Rababah, T., M., Yücel, S., Ereifej, K., I., Alhamad, M., N., Al-Mahasneh M., A., Yang., W., Muhammed, A., H., Ismaeal, K., 2011. Effect of grape seed extracts on the physicochemical and sensory properties of corn chips during storage, **Journal of the American Oil Chemists'Society**, **86**, 631–637.
16. Güler, A., 2011. Siyah üzüm posası katkılı mısır cipsi eldesi: yeni üründe kalite özelliklerinin, antioksidan kapasitesinin ve bazı kateşin fenoliklerin izlenmesi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 69 s.
17. Yüksel, F., Karaman, S., Kayacıer, A., 2014. Enrichment of wheat chips with omega-3 fatty acid by flaxseed addition: Textural and some physicochemical properties, **Food Chemistry**, **145**, 910–917.
18. Kayacıer, A., Yüksel, F., Karaman, S., 2014. Simplex lattice mixture design approach on physicochemical and sensory properties of wheat chips enriched with different legume fl ours : An optimization study based on sensory properties, **LWT - Food Science and Technology**, **58** (**2**), 639–648.
19. Rababah, T.M., Brewer, S., Yang, W., Al-mahasneh, M., Datt, M.A., Rababa, S., Ereifej, K., 2012. Physiochemical properties of fortified corn chips with broad bean flouri chickpea flour or isolated soy protein, **Journal of Food Quality**, **35**, 200–206.
20. Quintero-Fuentes, X., McDonough, C.M., Rooney, L.W., Almeida-Dominguez, H., 1999. Functionality of rice and sorghum flours in baked tortilia and corn chips, **Cereal Chemistry**, **76** (**5**), 705–710.
21. Coşkun, O., 2013. Türkiye Cips Pazarına Genel Bir Bakış, (Web sayfası: **http://www.pazarlamasyon.com/pazarlama/turkiye-cips-pazarina-genel-bir-bakis/**), (Erişim Tarihi: 10.08.2017)

22. Uzun, Ö., 2002. Türkiye'de değişik firmalar tarafından üretilen bazı patates ve mısır cipslerinin kimyasal, fiziksel ve duyusal özellikler yönünden karşılaştırılması ve

standartlara uygunluğunun incelenmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 73 s.

23. Boroushaki, T.M., Nikkhah, E., Kazemi, A., Oskooei, M., Raters, M., 2010. Determination of acrylamide level in popular Iranian brands of potato and corn products, **Food and Chemical Toxicology**, **48** (**10**), 2581–2584.
24. Tamer, C.E., Karaman, B., 2006. Gıdalarda akrilamid oluşumu ve insan sağlığı üzerine etkileri, **Gıda**, **31** (**4**), 195–199.
25. Vingborg, R., Kit, H., Frandsen, H., Thygesen, J., Skibsted, L., 2008. Acrylamide in bread: Effect of prooxidants and antioxidants, **European Food Research and Technology**, **227** (**2**), 519–525.
26. Claus, A., Carle, R., Schieber, A., 2008. Acrylamide in cereal products : A review, **Journal of Cereal Science**, **47**, 118–133.
27. El-Sayyad, H.I., Abou-Egla, M.H., El-Sayyad, F.I., El-Ghawet, H.A., Gaur, R.L., Fernando, A., Ouhtit, A., 2011. Effects of fried potato chip supplementation on mouse pregnancy and fetal development, **Nutrition**, **27** (**3**), 343–350.
28. Bobuş, G., 2010. Mercimek proteini konsantresi ve hidrolizatinin bazi fonksiyonel ve biyoaktif özelliklerinin incelenmesi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Mersin, 71 s.
29. Baklagil Raporu, Ulusal Baklagil Konseyi 2007. (Web sayfası: **http://www.ubk.org.tr/ziraat_rapor.pdf)**, (Erişim tarihi: 10.08.2017).
30. Meiners, C.R., Derise, N.L., Lau, H.C., Crews, M.G., Ritchey, S.J., Murphy, E.W., 1976. The Content of nine mineral elements in raw and cooked mature dry legumes, **Journal of Agriculture Food Chemistry**, **24** (**6**), 1126–1130.
31. Wang, T., He, F., Chen, G., 2014. Improving bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in cereal grains through processing technologies : A concise review, **Journal of Functional Foods**, **7**, 101–111.
32. Ekici, L., Sağdıç, O., 2008. Serbest radikaller ve antioksidan gıdalarla inhibisyonu, **Gıda**, **33** (**5**), 251–260.
33. Amarowicz, R., Pegg, R.B., 2008. Review article legumes as a source of natural antioxidants, **Europe Journal Lipid Science Technology**, **110**, 865–878.
34. Zhao, Y., Du, S., Wang, H., Cai, M., 2014. In vitro antioxidant activity of extracts from common legumes, **Food Chemistry**, **152**, 462–466.
35. Xu, B., H., Chang, S., K., C., 2007. A comparative study on phenolic profiles and

antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents a comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes, **Journal of Food Science**, **72** (**2**), 159–166.

36. Gedik, S.K., 2016. Mercimek diyet liflerinin izolasyonu, karakterizasyonu ve fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 95 s.
37. Saura-Calixto, F., 2011. Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants : An essential physiological function, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **59** (**1**), 43–49.
38. Duenas, M., Hernández, T., Estrella, I., 2002. Phenolic composition of the cotyledon and the seed coat of lentils (*Lens culinaris L.*), **European Food Research and Technology**, **215**, 478–483.
39. Casiraghi, M.C., Zardi, M., D'Egidio, M.G., Cecchini, C., Pagani, M.A., 2006. Technological and nutritional properties of backery-products enriched with immature wheat grain, **Tecnica Militoria International**, **57** (**5/A**), 123–131.
40. Blades, M., 2006. Functional foods or nutraceuticals, **Nutrition and Food Science**, **30**, 73–75.
41. Koca, N., Karadeniz, F., 2003. Serbest radikal oluşum mekanizmaları ve vucuttaki antioksidan savunma sistemleri, **Gıda Mühendisliği Dergisi**, 32–37.
42. Bravo, L., 1998. Polyphenols : Chemistry , dietary Sources , metabolism and nutritional significance, **Nutrition Reviews**, **56** (**11**), 317–333.
43. Shahidi, F., Ambigaipalan, P., 2015. Phenolics and polyphenolics in foods , beverages and spices : Antioxidant activity and health effects – A review, **Journal of Functional Foods**, **18**, 820–897.
44. Koç, B., Ertekin, F.K., 2009. Yanıt yüzey yöntemi ve gıda işleme uygulamalrı, **Gıda Dergisi**, **7**, 1–8.
45. Oba, Ş., 2012. Ekstraksiyon koşulları optimize edilmiş bazı baharat ekstraktlarının köftenin depolama stabilitesi üzerine etkilerinin cevap yüzey metodu kullanılarak belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 111 s.
46. Baş, D., Boyacı, İ.H., 2007. Modeling and optimization I : Usability of response surface methodology, **Journal of Food Engineering**, **78**, 836–845.
47. Bezerra, M.A., Santelli, R.E., Oliveira, E.P., Villar, L.S., Escaleira, L.A., 2008.

Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry, **Talanta**, **76**, 965–977.

48. Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri, **Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları**, 535 s.
49. Association of Official Analytical Chemists, 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (15th Edition),.
50. American Association for Clinical Chemistry, 1999. International Kjeldahl Method 46-12.01, 10–12.
51. Mitsumoto, M., O'Grady, M.N., Kerry, J.P., Joe Buckley, D., 2005. Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties, **Meat Science**, **69** (**4**), 773–779.
52. Anton, A.A., Fulcher, R.G., Arntfield, S.D., 2009. Physical and nutritional impact of fortification of corn starch-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) flour : Effects of bean addition and extrusion cooking, **Food Chemistry**, **113** (**4**), 989–996.
53. Bozkurt, H., Bayram, M., 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening, **Meat Science**, **73**, 344–350.
54. Toker, Ö., S., 2012. Farklı gıdalarda 5-HMF düzeyinin belirlenmesi ve riskli bulunan gıdaların 5-HMF içeriğinin farklı yöntemler kullanılarak azaltılması olanaklarının araştırılması, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 133 s.
55. American Association for Clinical Chemistry, 2002. International Resistant Starch in Starch Samples and Plant Materials Method 32-40.01, (pp. 1–7).
56. American Association for Clinical Chemistry, 1999. International Total Dietary Fiber Method 32-05.01, 68–71.
57. Hera, E. De, Ruiz-parís, E., Oliete, B., Gómez, M., 2012. Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours, **LWT - Food Science and Technology**, **49** (**1**), 48–54.
58. Turfani, V., Narducci, V., Durazzo, A., Galli, V., Carcea, M., 2017. Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours, **LWT - Food Science and Technology**, **78**, 361–366.
59. Goni, I., Garcia-Diz, L., Manas, E., Saura-Calixto, F., 1996. Analysis of resistant starch : a method for foods and food products, **Food Chemistry**, **56** (**4**), 445–459.
60. Rocchetti, G., Chiodelli, G., Giuberti, G., Masoero, F., Trevisan, M., Lucini, L., 2017.

Evaluation of phenolic profile and antioxidant capacity in gluten-free flours, **Food Chemistry**, **228**, 367–373.

61. Morales, P., Cebadera-Miranda, L., Cámara, R.M., Reis, F.S., Barros, L., Berrios, J., Ferreira, I., 2015. Lentil flour formulations to develop new snack-type products by extrusion processing : Phytochemicals and antioxidant capacity, **Journal of Functional Foods**, **19**, 537–544.
62. Rababah, T., M., Al-Mahasneh, M., Yang, W., Esoh, R., Alhamad M., N., 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.
63. Yüksel, F., Karaman, S., Gürbüz, M., Hayta, M., Yalçın, H., Doğan, M., Kayacıer, A., 2017. Production of deep-fried corn chips using stale bread powder: Effect of frying time, temperature and concentration, **LWT - Food Science and Technology**, **83**, 235–242.
64. Abegunde, T.A., Bolaji, O.T., Adeyemo, T.B., 2014. Quality Evaluation of Maize Chips (Kokoro) Fortified with Cowpea Flour, **Nigerian Food Journal**, **32** (**1**), 97–104.
65. Yüksel, F., 2014. Bayat ekmeğin kızartılmış buğday ve mısır cipsinde kullanımı, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri, 174 s.
66. Khalil, A.H., 1999. Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids, **Food Chemistry**, **66**, 201–208.
67. Yüksel, F., Kayacıer, A., 2016. Utilization of stale bread in fried wheat chips : Response surface methodology study for the characterization of textural , morphologic , sensory , some physicochemical and chemical properties of wheat chips, **LWT - Food Science and Technology**, **67**, 89–98.
68. Singthong, J., Thongkaew, C., 2009. Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips, **LWT - Food Science and Technology**, **42** (**7**), 1199–1203.
69. Yancheshmeh, B.S., 2014. Effects of addition lentil flour on the batter formulation on quality of simulated fried crust by using a deep-fried model system, **Irinian Food Science and Technology Research Journal**, **10** (**3**).
70. Shyu, S.L., Hwang, L.S., 2001. Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips, **Food Research International**, **34** (**2**–**3**), 133–142.

71. Leyva-Corral, J., Quintero-Ramos, A., Camacho-Davila, A., Ruiz-Anchondo, T.D.J., Mel, C., 2016. Polyphenolic compound stability and antioxidant capacity of apple pomace in an extruded cereal, **LWT - Food Science and Technology**, **65**, 228–236.
72. Ramirez-Jimenez, A., Garcia-Villanova, B., Guerra-Hernandez, E., 2000. Hydroxymethylfurfural and methylfurfural content of selected bakery products, **Food Research International**, **33** (**10**), 833–838.
73. Michalska, A., Amigo-benavent, M., Zielinski, H., Dolores, M., 2008. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread, **Journal of Cereal Science**, **48**, 123–132.
74. Serpen, A., Gökmen, V., 2009. Evaluation of the Maillard reaction in potato crisps by acrylamide , antioxidant capacity and color, **Journal of Food Composition and Analysis**, **22**, 589–595.
75. Kaur, M., Singh, V., Kaur, R., 2017. Bioactive carbohydrates and dietary fibre effect of partial replacement of wheat flour with varying levels of flaxseed flour on physicochemical , antioxidant and sensory characteristics of cookies, **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, **9**, 14–20.
76. Serpen, A., Gökmen, V., Ataç Mogol, B., 2012. Effects of different grain mixtures on Maillard reaction products and total antioxidant capacities of breads, **Journal of Food Composition and Analysis**, **26** (**1**–**2**), 160–168.
77. Türkmen, N., Sarı, F., Poyrazoğlu, E.S., Velioglu, Y.S., 2006. Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey, **Food Chemistry**, **95**, 653–657.
78. Miao, Y.T., Zhang, H.J., Zhang, L.L., Wu, S.J., Sun, Y.J., Shan, Y., Yuan, Y., 2014. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural formation in reconstituted potato chips during frying, **Journal of Food Science and Technology**, **51** (**12**), 4005–4011.
79. Capuano, E., Ferrigno, A., Acampa, I., Ait-Ameur, L., Fogliano, V., 2008. Characterization of the Maillard reaction in bread crisps, **European Food Research and Technology**, **228** (**2**), 311–319.
80. Zilic, S., Ataç Mogol, B., Akıllıoğlu, G., Serpen, A., Babic, M., Gökmen, V., 2013. Effects of infrared heating on phenolic compounds and Maillard reaction products in maize flour, **Journal of Cereal Science**, **58** (**1**), 1–7.
81. Ekici, L., 2005. Farklı polimer filmlerde ambalajlanan üzüm suyu konsantresinde HMF oluşumu, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara,

46 s.

82. Ferrer, E., Alegria, A., Farre, R., Abellan, P., Romero, F., 2002. High-performance liquid chromatographic determination of furfural compounds in infant formulas Changes during heat treatment and storage, **Journal of Chromatography A**, **947**, 85–95.

83. Gürbüz, M., 2015. Bazı meyvelerin alternatif çerez gıda üretiminde kullanım olanaklarının değerlendirilmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 74 s.

84. Kayacıer, A., Singh, R.K., 2003. Textural properties of baked tortilla chips, **Food Science and Technology**, **36**, 463–466.

85. Lisinska, G., Golubowski, G., 2005. Structural changes of potato tissue during French fries production, **Food Chemistry**, **93**, 681–687.

86. Englyst, H.N., Cummings, J.H., 1985. Digestion of the polysaccharides of some cereal foods in the human small intestine, **The Amercian Journal of Clinical Nurition**, **42** (**5**), 778–787.

87. Levent, H., Bilgiçli, N., Türker, S., 2011. Besinsel lif ve dirençli nişastanın gıda formülasyonlarından kullanımı, **1. Ulusal Helal ve Sağlılklı Gıda Kongresi**, (pp. 174–175).

88. Garcia-Alonso A., Goni, I., 2000. Effect of processing on potato starch : In vitro availability and glycaemic index, **Molecular Nutrition & Food Research**, **44** (**1**), 19–22.

89. Gelroth, J., A., Ranhotra, G., S., 2000. Determination of Resistant Starch in Selected Grain-Based Foods, **Journal of AOAC Internaional**, **83** (**4**), 988–991.

90. Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C., 2009. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread, **LWT - Food Science and Technology**, **42** (**8**), 1380–1389.

91. Tosh, S.M., Yada, S., 2010. Dietary fibres in pulse seeds and fractions : Characterization , functional attributes and applications, **Food Research International**, **43** (**2**), 450–460.

92. Kendall, C.W.C., Esfahani, A., Jenkins, D.J.A., 2010. The link between dietary fibre and human health, **Food Hydrocolloids**, **24** (**1**), 42–48.

93. Bouasla, A., Agnieszka, W., Zidoune, M.N., 2017. Gluten-free precooked rice pasta

enriched with legumes flours : Physical properties , texture , sensory attributes and microstructure, **LWT - Food Science and Technology**, **75**, 569–577.

94. Özmen, F.H., 2011. Çölyak hastaları için baklagil unları ile zenginleştirilmiş pirinç tarhanası, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 93 s.
95. Kayacıer, A., Singh, R.K., 2002. Effect of mono and diglyceride addition on baked tortilla chips and their storage properties, **Journal of Food Processing and Preservation**, **27**, 1–8.
96. Novotni, D., Curic, D., Galic, K., Skevin, D., Nederal, S., Kraljic, K., Gabric, D., 2011. Influence of frozen storage and packaging on oxidative stability and texture of bread produced by different processes, **LWT - Food Science and Technology**, **44** (**3**), 643–649.

EKLER

EK-1

DUYUSAL PANEL FORMU – CİPS

Panel Üyesinin
Adı Soyadı: Tarih: Örnek No:

ÖZELLİKLER

RENK

İyi				*Orta*			*Kötü*	
9	8	7	6	5	4	3	2	1

KOKU

İyi				*Orta*			*Kötü*	
9	8	7	6	5	4	3	2	1

LEZZET

İyi				*Orta*			*Kötü*	
9	8	7	6	5	4	3	2	1

GEVREKLİK

İyi				*Orta*			*Kötü*	
9	8	7	6	5	4	3	2	1

GENEL BEĞENİ

İyi				*Orta*			*Kötü*	
9	8	7	6	5	4	3	2	1