ARI ÜRÜNLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KARABUĞDAY GRANOLA ÜRETİMİNİN YANIT YÜZEY YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU

Handan DİKYOKUŞ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARI ÜRÜNLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KARABUĞDAY GRANOLA ÜRETİMİNİN YANIT YÜZEY YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU

Handan DİKYOKUŞ
0000-0002-3565-8780

Doç.Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARI ÜRÜNLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KARABUĞDAY GRANOLA ÜRETİMİNİN YANIT YÜZEY YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU

Handan DİKYOKUŞ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU

Yeterli ve dengeli beslenme sağlığın korunmasında etkili olarak yaşam kalitesini arttırmaktadır. Günümüzde kolay hazırlanan, tokluk hissi veren ve besleyici özelliği olan fonksiyonel gıdalara ilgi artmış, dolayısıyla sağlıklı atıştırmalıkların pazar hacmi artmıştır. Sağlıklı atıştırmalıklar arasında en önemli payı barlar, meyve ve kuruyemişler, tahıl ürünleri ve granolalar almaktadır. Granola; tahıl, kuru meyve, kuru yemiş ve bağlayıcı madde içeren, lif açısından zengin, sıkıştırılmış ve pişmiş bir atıştırmalıktır. Yüksek lif, fenolik antioksidan, vitamin, mineral ve enerji kaynağıdır. Karabuğday *(Fagopyrum esculentum Moench.)* yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. Filizlendirilmeyle tahılların sindirilebilirliği, sağlık yararlılığı ve besin değerinde artışlar olmaktadır. Arı ürünleri pek çok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır ve besinsel zenginliği ile ön plana çıkmıştır. Bu çalışmada, "Arı Ürünleri ile Zenginleştirilmiş Filizlendirilmiş Karabuğday Granola Bar" üretimi gerçekleştirilmiştir. Pişirme sıcaklığı (160-180-200 ^{o}C), karabuğday filizlendirme süresi (0, 1, 2 gün) ve karabuğday: yulaf oranı (%25-50-100) şartlarında yanıt yüzey yöntemiyle (RSM) optimizasyonunun yapılması amaçlanmıştır. Granola barların renk, tekstür, su aktivitesi, nem, antioksidan aktivite, toplam fenolik ve flavonoid miktarı ve (QDA) tekniği ile duyusal karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Filizlendirme süresi arttıkça kırılganlık, su aktivitesi, renk yoğunluğu, vanilya kokusu, propolis ve meyve aroması, antioksidan kapasite, toplam fenolik ve flavanoid madde miktarında artış olmuş; b* ve chroma değeri, ufalanma, sertlik, yüzey pürüzlülüğü azalmıştır. Pişirme sıcaklığının artması L* değerini, nem miktarını, vanilya aromasını, tatlılığı, antioksidan kapasiteyi azaltırken a*, b* ve chroma değerleri, fenolik ve flavanoid madde miktarı artmıştır. Karabuğday oranının artışı karabuğday, propolis ve meyve aromasının, sertliğin ve kırılganlığın, renk yoğunluğunun, artışına neden olmuştur. Diğer taraftan yulaf kokusunda, yulaf ve karamel aromasında ve renk parametrelerinde azalışa neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Karabuğday, Granola, Sağlıklı Atıştırmalık, Polen, Propolis, Bal, RSM, Fonksiyonel Gıda, Filizlendirme.
2022, xiv + 176 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

OPTIMIZATION OF PRODUCTION OF BUCKWHEAT GRANOLA ENRICHED WITH BEE PRODUCTS WITH RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Handan DİKYOKUŞ

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU

Adequate and balanced nutrition is effective in maintaining health and increases the quality of life. Today, interest in functional foods that are easy to prepare, give a feeling of satiety and have nutritious properties has increased, so the market volume of healthy snacks has increased. Bars, fruit and nuts, cereal products and granola take the most important share among healthy snacks. Granola is a fiber-rich, compressed and cooked snack containing cereals, dried fruit, nuts and binders. It is a high fiber, phenolic antioxidant, vitamin, mineral and energy source. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*.) has high antioxidant activity. By sprouting, the digestibility, health benefits and nutritional value of grains increase. Bee products are used in the treatment of many diseases and have come to the fore with their nutritional capacity. In this study, "Sprouted Buckwheat Granola Bar Enriched with Bee Products" was produced. It was aimed to optimize the process by response surface methodology (RSM) by selecting cooking temperature (160-180-200 ^{o}C), buckwheat germination time (0, 1, 2 days) and buckwheat: oat ratio (25-50-100%) as independent variables. Color, texture, water activity, moisture content, total antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content and sensory characterization of granola bars by (QDA) technique were performed. As the germination time increased, fragility, water activity, color intensity, vanilla aroma, propolis and fruit flavor, antioxidant capacity, total phenolic and flavonoid substance content increased; b* and chroma value, crumbling, hardness, surface roughness decreased. While the increase in cooking temperature decreased L* value, moisture content, vanilla flavor, sweetness, antioxidant capacity, a*, b* and chroma values, phenolic and flavooid substance content increased. The increase in buckwheat ratio caused an increase in buckwheat, propolis and fruit flavor, hardness and fragility, color intensity. On the other hand, it caused a decrease in oat odour, oat and caramel flavor and color parameters.

Key words: Buckwheat, Granola, Healthy Snack, Pollen, Propolis, Honey, RSM, Functional Food, Sprouting.
2022, xiv +176 pages.

ÖNSÖZ VE/VEYA TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime deneyimi, bilgi birikimi ve yol göstericiliği ile katkıda bulunan ve çalışmalarımın planlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında beni yönlendiren, çalışkanlığı ile örnek teşkil ederek bana ilham olan, karşılaştığım zorluklarda desteğini ve ilgisini esirgemeyen değerli danışman hocam Doç.Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU'na,

Yüksek lisans eğitimim boyunca beni hep destekleyen, başarılarımda beni teşvik eden, her zaman arkamda olan, üretimlerimde duyusal analizleri ilk benimle yapan ve yardımlarını esirgemeyen aileme, Sevgili babam Cemil DİKYOKUŞ, annem Asuman DİKYOKUŞ, ablam Aslıhan AYHAN ve kardeşim Oğuzhan DİKYOKUŞ'a,

Yüksek lisans Eğitimim boyunca ilgi ve desteklerini esirgemeyen çok kıymetli bölüm başkanımız Prof.Dr. Ömer Utku ÇOPUR'a ve sevgili hocam Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT'a,

Yüksek Lisans tez savunmasında jüri üyeliği yaparak tez çalışmama yol gösteren, öneri ve tavsiyeleri ile destek olan Prof Dr. Canan Ece TAMER'e ve Dr. Öğr. Üyesi Oya Irmak CEBECİ'ye,

Tez çalışmalarımda beni hiç yalnız bırakmayan, her süreçte çok destek olan, bilgi birikimi, azmi ve başarısı ile yanımda olan, analizlerimde desteği büyük olan kıymetli meslektaşım Gıda Yüksek Mühendisi Pınar ŞAHİN DİLMENLER'e ve dünyaya gelmesi sürecinde çalışmalarımızda yanımızda olan sevgili Pınar'ın yeni doğan melek kızı DURU DİLMENLER'e,

Analizlerim esnasında bana yardımcı olarak eşlik eden meslektaşım Gıda Yüksek Mühendisi BÜŞRA ACOĞLU ÇELİK ve Araş.Gör. Taha Turgut ÜNAL'a

Yüksek Lisans eğitimim boyunca benden desteğini esirgemeyen kıymetli BÜTİAM çalışanlarına ve sevgili Rahmiye ALTAY'a,

Bu tez kapsamında geliştirilen garnola bar Bursa Uludağ Üniversite hak sahipliğinde "TR2021/008048" numarayla 11.05.2021 tarihinde Türk Patent Enstitüsüne ulusal patent alma sürecini başlatmak için başvuruluştur. Tezimi FYL-2021-761 proje numarası ile destekleyen Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi'ne (BAP) teşekkürlerimi sunarım.

Handan DİKYOKUŞ
27/07/2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET…….....	i
ABSTRACT…….....	ii
ÖNSÖZ VE/VEYA TEŞEKKÜR……..……..	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ…….…….....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ…….....	viii
ÇİZELGELERDİZİNİ…….....	xiii
1. GİRİŞ…….....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI……...…….	3
2.1. Atıştırmalık Tanımı ve Türleri…….	3
2.2. Bireylerin Atıştırmalık Tüketim Davranışları ve Bunu Etkileyen Faktörler…….....	5
2.3. Piyasadaki Ürünler……...…….	6
2.4. Bir Atıştırmalık Türü: Granola……..	8
2.4.1.Granülasyon……	9
2.4.2. Granola ile ilgili yapılan çalışmalar…….....	11
2.5. Arı Ürünleri ile Zenginleştirilmiş Filizlendirilmiş Karabuğday Granola…….....	12
2.5.1. Karabuğday…….....	12
2.5.2.Yulaf…….	19
2.5.3. İncir…….....	21
2.5.4. Portakal……..	22
2.5.5. Çilek...……	23
2.5.6. Arı ürünleri (Bal, Polen, Propolis)…….…….	25
2.5.7. Chia Tohumu…….	29
2.5.8. Badem…….....	30
2.5.9. Fındık…….....	31
2.5.10. Tarçın…….....	32
2.5.11. Elma…….....	32
2.5.12. Vanilya…….....	33
2.5.13. Tuz……..	34
2.6. Yanıt Yüzey Metodu (RSM- Response Surface Methodology)…….	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM…….....	36
3.1. Materyal…….....	36
3.2. Yöntem…….	40
3.2.1. Deneme deseninin oluşturulması…….....	40
3.2.2. Granola bar üretimi……...…….....	41
4. ANALİZ METOTLARI……..	46
4.1. Fiziksel Analizler……..	46
4.1.1. Nem Analizi……...	46
4.1.2. Su Aktivitesi Analizi……..	46
4.1.3. Tekstürel Analiz……	47
4.1.4. Renk Analizi……	48
4.2. Spektrofotomekrik Analizler……	48
4.2.1. Analizler İçin Kimyasal Özütleme…….	49
4.2.2. CUPRAC metodu (Cupric İon Reducing Antioxidant Capacity)……..	50
4.2.3. DPPH metodu (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)…….....	51

4.2.4. FRAP metodu (Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç)……. 52
4.2.5. Toplam fenolik madde içeriği analizi…… 52
4.2.6. Toplam flavonoid içeriği analizi…… 52
4.3. Duyusal Analiz……. 53
4.4. Yüzey Tepki Regresyon Analizi…….. 55
4.5. İstatiksel Teknikler…… 57
5. BULGULAR ve TARTIŞMA……. 58
5.1. Bağımsız Değişkenlerin Granolanın Nem Miktarına Etkisi……. 58
5.2. Bağımsız değişkenlerin su aktivitesine etkisi…… 61
5.3. Bağımsız değişkenlerin tekstür parametreleri üzerine etkisi…… 63
5.3.1. Sertlik…… 63
5.3.2. Kırılganlık…….. 66
5.4. Bağımsız Değişkenlerin Renk Parametreleri Üzerine Etkisi…… 68
5.4.1. L*(açıklık-koyuluk) değeri…… 69
5.4.2. a*(kırmızılık-yeşillik) değeri…… 72
5.4.3. b* (sarılık-mavilik) değeri……. 74
5.4.4. C* (chroma) değeri…… 76
5.5.5. h* (hue) değeri…….. 78
5.5. Bağımsız Değişkenlerin Antioksidam Madde Miktarına Etkisi……... 80
5.5.1. CUPRAC metodu (Cupric İon Reducing Antioxidant Capacity) ile antioksidan aktivite sonuçları…….. 81
5.5.2. DPPH metodu (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) ile antioksidan aktivite sonuçları……. 84
5.5.3. FRAP metodu (Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç) ile antioksidan aktivite sonuçları…….. 86
5.6. Bağımsız Değişkenlerin Toplam Fenolik Madde İçeriği Üzerine Etkisi 89
5.7. Bağımsız Değişkenlerin Toplam Flavanoid Madde İçeriği Üzerine Etkisi 91
5.8. Bağımsız Değişkenlerin Duyusal Parametreler Üzerine Etkisi…..……... 93
5.8.1. Görünüm……..... 93
5.8.2. Yüzey pürüzlülüğü…… 97
5.9. Bağımsız değişkenlerin duyusal parametreler/koku tanımlayıcı özellikleri üzerine etkisi……. 99
5.9.1. Polen kokusu…… 101
5.9.2. Propolis kokusu…… 101
5.9.3. Meyvemsi koku……. 101
5.9.4. Tarçın kokusu…… 102
5.9.5. Vanilya kokusu…….. 104
5.9.6. Karabuğday kokusu……... 105
5.9.7. Yulaf kokusu……. 107
5.9.8. Hamur kokusu…… 109
5.10. Bağımsız değişkenlerin duyusal parametreler/tat ve aroma tanımlayıcı özellikleri üzerine etkisi…….. 111
5.10.1. Polen aroması…….. 113
5.10.2. Propolis aroması…….. 114
5.10.3. Meyve aroması…… 116
5.10.4. Vanilya aroması……... 117
5.10.5. Karabuğday aroması…… 119
5.10.6. Yulaf aroması…….. 121

5.10.7. Ekşilik…….. 123
5.10.8. Tatlılık……. 125
5.10.9. Karamel aroması…….. 127
5.10.10. Yanık tadı…….. 128
5.11. Bağımsız değişkenlerin duyusal parametreler yüzey özellikleri üzerine etkisi…… 129
5.11.1. Yüzey pürüzlülüğü (dokunarak)…….. 131
5.11.2. Sertlik……. 133
5.11.3. Kıtırlık……. 135
5.11.4. Çiğnenebilirlik……. 136
5.11.5. Ufalanma……. 138
5.11.6. Elastiklik…….. 140
5.11.7. Yapışkanlık……. 142
5.12. Arı ürünleri ile zenginleştirilmiş karabuğday granola üretiminin optimizasyonu…….. 144
6. SONUÇ…… 145
KAYNAKLAR…… 148
EKLER……..... 167
EK 1 Granola Bar Duyusal Analiz Puanlama Çizelgesi……. 168
EK 2 Kantitatif Tanımlayıcı Analiz Panel Formu……..... 169
EK 3 CUPRAC Metodu İçin Kalibrasyon Eğrisi…… 171
EK 4 DPPH Metodu İçin Kalibrasyon Eğrisi……..... 172
EK 5 FRAP Metodu İçin Kalibrasyon Eğrisi……..... 173
EK 6 Toplam Fenol İçeriği Analizi İçin Kalibrasyon Eğrisi……..... 174
EK 7 Toplam Flavanoid İçeriği Analizi İçin Kalibrasyon Eğrisi…… 175
ÖZGEÇMİŞ……..... 176

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
ºC	Santigrat Derece
%	Yüzde
%CV	Varyasyon Katsayısı
aw	Su aktivitesi
mg	Miligram
µL	Mikrolitre
mL	Mililitre

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devleti
ANOVA	Analysis of Variance (Varyans Analizi)
Ar-Ge	Araştırma-Geliştirme
BMI	Body Mass Index (Vücut Kitle Endeksi)
CUPRAC	Cupric İon Reducing Antioxidant Capacity (Antioksidan Kapasitesini Azaltan Bakır İyon)
FDA	Food and Drug Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)
GABA	(ɣ-aminobütirik asit)
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HMF	Hidroksi metil furfural
KM	Kurumadde
LDL	Low-Density Lipoprotein (Düşük yoğunluklu lipoprotein)
M.Ö.	Milatan Önce
MS/MS	Kütle - Kütle Spektrometresi
MRM	Modifiye Radikal Mastektomi
RSM	Response Surface Method (YanıtYüzey Metodu)
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler İstatistik Paketi)
QDA	Quantitative Descriptive Analysis (Kantitatif Tanımlayıcı Analiz)
Vb.	Ve benzeri
TPTZ	Tripiridil-s-triazin
TE	Trolox eşdeğeri
TEPGE	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 1.1.	Islak granülasyon işleminin şematik gösterimi……..	10
Şekil 2.1.	Karabuğday bitkisi (a) ve karabuğday tohumu (b)……	13
Şekil 3.1.	Granola bar formülasyonunda kullanılan hammaddeler (a) çiğ karabuğday, (b) yulaf, (c) arı poleni, (d) propolis, (e) chia tohumu, (f) vanilya, (g) badem, (h) fındık, (ı) tarçın, (i) tuz, (j) elma suyu konsantresi, (k) bal, (l) kuru çilek, (m) kuru portakal, (n) kuru incir……	39
Şekil 3.2.	Karabuğday tohumlarının filizlendirilmesi……..	41
Şekil 3.3.	Filizlendirmenin 1. ve 2. gününde filiz boyları; (a) 1. gün, (b) 2. gün, (c) bir arada görünüm……..	42
Şekil 3.4.	Granola bar akış şeması ön hazırlık aşaması; (a), (b) filizlendirilmiş karabuğday; (c) boyutları küçültülmüş badem, (d) boyutları küçültülmüş fındık, (e), (f) yulaf ve kuruyemişlerle karışmış filizlendirilmiş karabuğday, (g) boyutları küçültülmüş kuru incir, (h) boyutları küçültülmüş kuru çilek, (ı) boyutları küçültülmüş kuru portakal……...	43
Şekil 3.5.	Granola bar akış şeması hammaddelerin bir araya getirilmesi; (i) su ve elma suyu konsantresi ile çirişlendirilmiş chia tohumu, (j), (k) çirişlendirilmiş chia tohumu ile karıştırılan kuru meyve ve aroma vericiler, (l) Bal, polen, propolis, tuz ve tarçın eklenmiş karışım, (m) tüm ürünlerin karıştırılması…….	44
Şekil 3.6.	Granola bar akış şeması pişirme ve paketleme işlemi; (n), (o), şekil verilip fırın tepsisine dizilen granola barlar, (ö) granola barların fırında pişirilmesi işlemi, (p), (r), (s) paketlenen granola barlar……..	45
Şekil 4.1.	Nem tayini……...	46
Şekil 4.2.	Su aktivitesi tayini……...	47
Şekil 4.3.	Tekstürel analiz uygulaması……	47
Şekil 4.4.	Renk analizi ölçümü……...	48
Şekil 4.5.	Örneklerin özütlenmesi; (a) öğütme (b) kilitli poşetlerde numunelerin muhafazası (c) özütleme için numune tartımı (d) çözgen ilavesi (e-f) ultrasonik banyoda bekletme……	50
Şekil 4.6.	CUPRAC metodu ile antioksidan kapasite tayini……	51
Şekil 4.7.	DPPH metodu ile antioksidan aktivite tayini……..	51
Şekil 4.8.	Granola bar duyusal analiz formu……...	53
Şekil 4.9.	Granola bar duyusal analiz numuneleri……...	54
Şekil 5.1.	Bağımsız değişkenlerin son nem miktarı üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	59
Şekil 5.2.	Nem için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: son nem miktarı)..……	59
Şekil 5.3.	Bağımsız değişkenlerin su aktivitesi üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	62
Şekil 5.4.	Su aktivitesi için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: su aktivitesi).	62
Şekil 5.5.	Bağımsız değişkenlerin sertlik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	64

Şekil 5.6.	Sertlik için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: sertlik)…..…	65
Şekil 5.7.	Bağımsız değişkenlerin kırılabilirlik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	66
Şekil 5.8.	Kırılabilirlik için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: kırılabilirlik).	67
Şekil 5.9.	Bağımsız değişkenlerin L* değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	70
Şekil 5.10.	L* değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: L* değeri)…..	71
Şekil 5.11.	Bağımsız değişkenlerin a* değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	73
Şekil 5.12.	a* değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: a* değeri)…..	73
Şekil 5.13.	Bağımsız değişkenlerin b* değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	75
Şekil 5.14.	b* değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: b* değeri)….	75
Şekil 5.15.	Bağımsız değişkenlerin chroma değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	77
Şekil 5.16.	Chroma değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: chroma değeri)…….	77
Şekil 5.17.	Bağımsız değişkenlerin hue değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	79
Şekil 5.18.	Hue değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: hue değeri)…	79
Şekil 5.19.	Bağımsız değişkenlerin CUPRAC üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	83
Şekil 5.20.	CUPRAC için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: CUPRAC)…	83
Şekil 5.21.	Bağımsız değişkenlerin DPPH üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	85
Şekil 5.22.	DPPH için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: DPPH)……	85
Şekil 5.23.	Bağımsız değişkenlerin FRAP üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	87
Şekil 5.24.	FRAP için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: *FRAP*)……...	87
Şekil 5.25.	Bağımsız değişkenlerin toplam fenol üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	89
Şekil 5.26.	Toplam fenol için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: toplam fenol)	90
Şekil 5.27.	Bağımsız değişkenlerin toplam flavanoid madde üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……..	91
Şekil 5.28.	Toplam flavanoid için kontur grafikleri (A:pişirme sıcaklığı, B:karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: toplam flavanoid)……	92

Şekil 5.29.	Bağımsız değişkenlerin renk/ rengin yoğunluğu üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……..	95
Şekil 5.30.	Renk/rengin yoğunluğu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: renk/rengin yoğunluğu)……	96
Şekil 5.31.	Bağımsız değişkenlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……..	97
Şekil 5.32.	Yüzey pürüzlülüğü için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yüzey pürüzlülüğü)……	98
Şekil 5.33.	Granola barların koku özelliklerine ait örümcek ağı grafiği…….	100
Şekil 5.34.	Bağımsız değişkenlerin tarçın kokusu üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	102
Şekil 5.35.	Tarçın kokusu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: tarçın kokusu)……	103
Şekil 5.36.	Bağımsız değişkenlerin vanilya kokusu üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	104
Şekil 5.37.	Vanilya kokusu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: vanilya kokusu)……..……..	104
Şekil 5.38.	Bağımsız değişkenlerin karabuğday kokusu üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……..	106
Şekil 5.39.	Karabuğday kokusu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: karabuğday kokusu)……	106
Şekil 5.40.	Bağımsız değişkenlerin duyusal analiz (yulaf kokusu) üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……..	108
Şekil 5.41.	Duyusal analiz için (yulaf kokusu) kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yulaf kokusu)……	108
Şekil 5.42.	Bağımsız değişkenlerin *hamur kokusu* üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	110
Şekil 5.43.	Hamur kokusu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: hamur kokusu)……	110
Şekil 5.44.	Granola barların aroma özelliklerine ait örümcek ağı grafiği……	112
Şekil 5.45.	Bağımsız değişkenlerin propolis aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	114
Şekil 5.46.	Propolis aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: propolis aroması)……...	114
Şekil 5.47.	Bağımsız değişkenlerin meyve aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	116
Şekil 5.48.	Meyve aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: meyve aroması)……...	116

Şekil 5.49.	Bağımsız değişkenlerin vanilya aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	118
Şekil 5.50.	Vanilya aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: vanilya aroması)……	118
Şekil 5.51.	Bağımsız değişkenlerin karabuğday aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……..	120
Şekil 5.52.	Karabuğday aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: karabuğday aroması)……	120
Şekil 5.53.	Bağımsız değişkenlerin yulaf aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	122
Şekil 5.54.	Yulaf aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yulaf aroması)……..	122
Şekil 5.55.	Bağımsız değişkenlerin ekşilik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	123
Şekil 5.56.	Ekşilik için kontur grafikleri (a: pişirme sıcaklığı, b: karabuğday/yulaf oranı, c: filizlendirme süresi, d: ekşilik)……	124
Şekil 5.57.	Bağımsız değişkenlerin tatlılık üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	125
Şekil 5.58.	Tatlılık için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: tatlılık)……	126
Şekil 5.59.	Bağımsız değişkenlerin karamel aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……..……	127
Şekil 5.60.	Karamel aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: karamel aroması)……..	127
Şekil 5.61.	Granola barların yüzey özelliklerine ait örümcek ağı grafiği…….	130
Şekil 5.62.	Bağımsız değişkenlerin yüzey pürüzlülüğü (dokunarak) üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	132
Şekil 5.63.	Yüzey pürüzlülüğü (dokunarak) için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yüzey pürüzlülüğü (dokunarak)……..	132
Şekil 5.64.	Bağımsız değişkenlerin sertlik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	133
Şekil 5.65.	Sertlik için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: sertlik)…….	134
Şekil 5.66.	Bağımsız değişkenlerin kıtırlık üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	135
Şekil 5.67.	Kıtırlık için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: kıtırlık)……	135
Şekil 5.68.	Bağımsız değişkenlerin çiğnenebilirlik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	137
Şekil 5.69.	Çiğnenebilirlik için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: çiğnenebilirlik)	137
Şekil 5.70.	Bağımsız değişkenlerin ufalanma üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği……	139

Şekil 5.71. Ufalanma için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: ufalanma……. 139
Şekil 5.72. Bağımsız değişkenlerin elastiklik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği…… 141
Şekil 5.73. Elastiklik için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: elastiklik)…… 141
Şekil 5.74. Bağımsız değişkenlerin yapışkanlık üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği…… 143
Şekil 5.75. Yapışkanlık için kontur grafikleri (A pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yapışkanlık)…….... 143

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1.	Bağımsız değişkenlere ait sınır ve seviye değerleri……..	40
Çizelge 3.2.	3 faktörlü Box-Behnken deneme deseni …….....	40
Çizelge 3.3.	Granola bar formülasyonunda kullanılan hammaddeler……	42
Çizelge 5.1.	Granola bar nem, su aktivitesi ve tekstür sonuçları…….	58
Çizelge 5.2.	Granola barların nem miktarı yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	60
Çizelge 5.3.	Son nem ve su aktivitesi model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri…..…….	60
Çizelge 5.4.	Su aktivitesi yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	62
Çizelge 5.5.	Tekstür model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri……..	64
Çizelge 5.6.	Sertlik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri…	65
Çizelge 5.7.	Kırılganlık yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	67
Çizelge 5.8.	Granola bar renk analizi sonuçları……..	68
Çizelge 5.9.	Renk analizi verileri için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri……..……	69
Çizelge 5.10.	L* değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	71
Çizelge 5.11.	a* değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	74
Çizelge 5.12.	b* değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	76
Çizelge 5.13.	Chroma değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……	78
Çizelge 5.14.	Hue değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	80
Çizelge 5.15.	Spektrofotometrik analiz sonuçları……	80
Çizelge 5.16.	CUPRAC yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	82
Çizelge 5.17.	Biyoaktif bileşen kompozisyonu modellenmesinde kullanılan katsayılar ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerler……	82
Çizelge 5.18.	DPPH yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……	86
Çizelge 5.19.	FRAP yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri….....	87
Çizelge 5.20.	Toplam fenol yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	90
Çizelge 5.21	Toplam flavanoid madde yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..	92
Çizelge 5.22.	Granola barların görünüm-renk özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları……..…	94

Çizelge 5.23.	Duyusal parametreler/görünüm tanımlayıcı özellikliklerin model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri……...……	95
Çizelge 5.24.	Renk/rengin yoğunluğu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	96
Çizelge 5.25	Yüzey pürüzlülüğü yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	98
Çizelge 5.26.	Granola barların koku özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları…….	99
Çizelge 5.27.	Duyusal parametreler/koku tanımlayıcı için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri…….	100
Çizelge 5.28.	Tarçın kokusu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……	103
Çizelge 5.29.	Vanilya kokusu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	105
Çizelge 5.30.	Karabuğday kokusu yanıtına ait anova tablosu ve model parametreleri……...	106
Çizelge 5.31.	Duyusal analiz kapsamında yulaf kokusu kriterinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……..…	108
Çizelge 5.32.	Hamur kokusu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	110
Çizelge 5.33.	Granola barların tat & aroma özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları……..…….	112
Çizelge 5.34.	Duyusal parametreler/tat ve aroma tanımlayıcı özellikleri için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri……...	113
Çizelge 5.35.	Propolis aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	115
Çizelge 5.36.	Meyve aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……	117
Çizelge 5.37.	Vanilya aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	118
Çizelge 5.38.	Karabuğday aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	120
Çizelge 5.39.	Yulaf aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	122
Çizelge 5.40.	Ekşilik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri…….……..	125
Çizelge 5.41	Tatlılık yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri.…	126
Çizelge 5.42.	Karamel aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	128
Çizelge 5.43.	Granola barların yüzey özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları…….	129
Çizelge 5.44.	Duyusal parametreler yüzey özellikleri için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri…….....	130

Çizelge 5.45.	Yüzey pürüzlülüğü (dokunarak) yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……	132 134
Çizelge 5.46.	Sertlik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri…	
Çizelge 5.47.	Kıtırlık yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	136
Çizelge 5.48.	Çiğnenebilirlik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……	137
Çizelge 5.49.	Ufalanma yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri.	139
Çizelge 5.50.	Elastiklik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri	141
Çizelge 5.51.	Yapışkanlık yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri……...	143
Çizelge 5.52.	Granola bar optimizasyonunda belirlenen kriterler……..…	144

1. GİRİŞ

Beslenme; bireylerin dünyaya gelişinden itibaren vücut fonksiyonlarını sürdürebilmesi, sağlığını koruyabilmesi, büyüme ve gelişebilmesi için ihtiyacı olan temel besin maddelerini vücuduna alarak kullanması eylemidir (Özenoğlu, 2016). Sağlıklı beslenme ise vücudun gereksinimi olan besin maddelerinin, uygun zaman dilimlerinde, yeterli ve dengeli bir şekilde tüketilmesidir. Sağlıklı beslenme kardiyovasküler hastalıklar, kanser, obezite, hipertansiyon, diyabet ve osteoporoz gibi birçok kronik hastalığın önlenmesinde anahtar rol oynamaktadır. Bu da yeterli ve dengeli beslenmenin önemini daha da vurgulamaktadır (Baysal, 2012). Bireylerin sağlıklı beslenmesi ile yaşam kalitesi artmakta, sağlıkları olumlu etkilenmekte ve hastalıkların görülme riski azalmaktadır (Besler ve ark., 2015). Dünya Sağlık Örgütü, dünya gündemimizde olan COVID-19 salgını sırasında beslenme önerileri başlığı altında meyve-sebze, baklagiller, sert kabuklu yemişler, tam tahıllar ve hayvansal gıdaların tüketimini tavsiye etmiştir. Bunun yanı sıra atıştırmalıklar için şeker, yağ veya tuz oranı yüksek yiyecekler yerine çiğ sebzeleri ve taze meyveleri, doymuş yağ içeriği yüksek gıdaların yerine ise doymamış yağ içeriği yüksek olan gıdaların tüketiminin önemini vurgulamıştır (WHO, 2020). Keşfederek ve taklit ederek yaşamı deneyimleyen çocuklar, her şeyi olduğu gibi beslenme davranışı ve düzenini de çevreden örnek almaktadırlar. Çocukluk dönemi, beslenme davranışının şekillendiği ve beslenme tercihlerine yön verildiği bir dönemdir (Gu ve Tucker, 2017). Özellikle bebeklikten başlayarak vücudun gelişimi ve sağlığın devamının sağlanmasında ebeveynlere de büyük görevler düşmektedir. Sağlıklı beslenme konusunda ebeveynlerin çocuklarına rol model olması, önemini anlatması, bu gıdaları kendilerinin de tüketmesi, gerekirse bu besinlerin tüketimini eğlenceli hale getirerek çocuklarını sağlıklı beslenmeye teşvik etmesi önem arz etmektedir.

Fonksiyonel gıda Japonya'da 1980'lerin başında yetersiz beslenme kaynaklarının sebep olduğu problemleri engellemek için ortaya konmuş bir kavramdır (Hacıoğlu ve Kurt 2012). Tüketildiklerinde temel besin ögesi ihtiyaçlarının karşılanmasına ilave olarak sağlık yararları ve vücut fonksiyonları üzerinde faydalı etkilere sahip farklı, güçlendirilmiş ve zenginleştirilmiş unsurlardan oluşur (Sharanya ve Penchalaraju, 2016). 90'lı yıllarda Amerika'da ve ardından Avrupa'da tüketiciye sunulmuş, beslenmenin yanı

sıra sağlığa olumlu etkileriyle bir gıda trendi haline gelmiştir (Siro ve ark., 2008). Fonksiyonel gıda endüstrisi, dinamik bir büyüme potansiyeli olan yenilikçi bir endüstridir. Sürekli olarak yeni ürünler geliştirilmekte, gıda pazarındaki yeri ve önemi gün geçtikçe artmaktadır (Topolska ve ark., 2021). Fonksiyonel bileşenlerin eklenmesiyle gıdaların zenginleştirilmesi, gıdaların sağlık yararlarını arttırmak için umut verici bir stratejidir. Atıştırmalıklar diyetin önemli bir parçasıdır. Bu nedenle, son yıllarda fonksiyonel atıştırmalıkların gelişimi de çok ilgi görmüştür (Yüksel ve ark, 2020).

Bu bağlamda bu tez kapsamında, her yaş grubuna hitap edecek "Arı Ürünleri ile Zenginleştirilmiş Karabuğday Granola Bar" üretilerek, sağlıklı bir atıştırmalık geliştirilmesi amaçlanmıştır. Granola barın formülasyonunda kullanılması planlanan hammaddeler, nihai ürünün fonksiyonelliğine katkı sağlayacak şekilde seçilmiştir. Karabuğday son derece güçlü bir rutin kaynağı olup günümüzde haşlanarak, kavurularak, filizlendirilerek vb. pek çok formda kullanım alanı mevcuttur. Polen ve propolis, fonksiyonel gıda formülasyonlarının geliştirilmesinde sıklıkla tercih edilmektedir, ancak literatürde bu çalışma kapsamında geliştirilen granola barı ile formülasyonunun mevcut olmadığı gözlenmiştir. Pişirme sıcaklığı (160 °C, 180 °C, 200 °C), karabuğday filizlendirme süresi (0 gün, 1 gün, 2 gün) ve karabuğday: yulaf oranı (%25, %50, %100) bağımsız değişken kabul edilerek yanıt yüzey yöntemine (RSM) dayanarak proses optimizasyonu ile en uygun şartlarda üretilmesi ve piyasaya yeni bir ürün kazandırılması amaçlanmıştır. Bağımlı değişken olarak renk, tekstür, su aktivitesi, nem, toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid miktarı ve (QDA) tekniği ile duyusal özellikler seçilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Atıştırmalık Tanımı ve Türleri

Kısa sürede tüketilip tokluk hissi veren, sağlıklı bileşenler içeren veya içermeyen gıdaların tüketilmesi eylemi atıştırmalık olarak tanımlanmaktadır (Değerli ve El, 2019).

Günümüzde bireylerin yoğun iş temposunda çalışması, beslenme ve gıda ürünleriyle ilgili yanlış yaklaşımların olması vb. faktörler, beslenme şeklimizi değiştirerek besin değeri yüksek, aynı zamanda pratik bir şekilde hazırlanabilen, sağlık yönünden zengin olan gıdalara duyulan ihtiyacı artırmıştır. Bu kapsamda atıştırmalık barlar ilgi odağı olmaya başlamıştır ve tüketicilere sağlıklı bir besin içeriği sunmaktadır. Tüketiciler az işlenmiş ve doğal alternatiflere rağbet ettikçe, gıdalarda sağlık ve zindelik trendleri giderek artmıştır. Atıştırmalık bar çeşitliliğinin fazla olması tüketicilere istedikleri ürüne ulaşırken seçme şansı sunmaktadır (Constantin ve Istrati, 2018).

Son yıllarda bireylerin özel beslenme ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla da çeşitli atıştırmalıklar üretilmektedir. Bu tür yiyecekler, sporcu beslenmesinde yüksek enerji içeriği veya diyabetik veya geriatrik beslenme ihtiyacı olan kişilerde düşük kalorili bir diyet şeklinde tercih edilebilmektedir (Ersus ve ark., 2021).

Atıştırmalıkların sağlıklı ve sağlıksız olarak sınıflandırılması konusunda yapılan çalışmalar tutarlı olmamakla beraber besin değeri açısından fakir ve enerjisi yoğun olan atıştırmalıkların sağlıksız olarak kabul edilmesi konusunda fikir birliğine varılmıştır (Njike ve ark., 2016). Taze meyve-sebzeler, doğal meyve suları, kuruyemişler ve bisküviler sağlıklı atıştırmalıklardan sayılabilmektedir. Polonya'da yapılan bir çalışmada, patates cipsi, öğrenciler arasında en yaygın tüketilen besleyici olmayan atıştırmalık olarak tüketildiği; Amerikalı öğrenciler arasında yapılan bir çalışmada ise şekerlemeler, gazlı içecekler ve yüksek tuzlu atıştırmalıkların sıklıkla tüketildiği tespit edilmiştir. Literatürde havuç, ananas, elma gibi birçok meyve ve sebzeden sağlıklı atıştırmalık yiyeceklerin üretimi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Ersus ve ark., 2021).

Çalışan bireylerde atıştırma davranışlarının diyet kalitesi ve vücut kitle indeksi üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmaya göre; cips, kek, tatlı aperatifler ve şekerli içecekler gibi yüksek kalorili, besin değeri düşük olan gıdaların tüketiminin daha düşük diyet kalitesi ve daha yüksek BMI (vücut kitle endeksi) ile ilişkili olduğu, bunun aksine sebze, meyve, meyve suyu ve kuruyemiş tüketiminin daha yüksek bir diyet kalitesi ve daha düşük BMI ile ilişki olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgulara dayanarak sağlıklı atıştırmalık seçimlerinin enerji dengesi ve sağlıklı bir diyete katkıda bulunabileceği, atıştırmanın sağlıksız bir eylem olmadığı, gıda seçimlerinin bu eylemi etkilerine yön vereceği sonucuna ulaşılmıştır (de Simone ve ark., 2015).

Sağlıksız atıştırmalıklar obezite, diş çürüğü ve kronik hastalıklar gibi farklı sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Ayrıca, bu atıştırmalıkların çocukluk ve ergenlik döneminde sık tüketilmesi, kardiyovasküler hastalıklara, yetişkinlikte de hipertansiyon ve diabetes mellitus gibi sağlık problemlerine yol açabilmektedir (Bastami ve ark., 2019).

Atıştırmalıklarla ilgili problemler gıdanın kendisinden kaynaklandığı gibi bir diyete nasıl dahil edildiklerinden de kaynaklanabilir. Enerji dengeli diyetin bir parçası olarak yemeye ayrılan zaman aralıklarını yönetmeye yardımcı olabilir, besin kalitesine olumlu katkıda bulunabilir, kan şekeri ve metabolik hastalık riskini azaltabilir (Hunter ve Mattes, 2020).

Atıştırma eyleminin gereğinden fazla sıklıkla yapılması kötü beslenmeye teşvik eder ve kilo alımına neden olur (Bellisle, 2014). Gündemimizde olan COVID-19 salgını, aşırı kilolu veya obezite prevalansındaki artış oranını hızlandırmıştır. Pandemide izolasyon, ekonomik yük ve kişisel kayıplara bağlı aşırı stres durumlarının arttığı, akabinde yeme alışkanlıklarında ani bir bozmaların olduğu tespit edilmiştir. Kahvaltı, öğle yemeği ve akşam yemeğinden oluşan günde üç öğün olan yeme düzeni yerini atıştırma ve yemek zamanları arasında ince bir çizginin olduğu daha düzensiz bir yeme davranışına bırakmıştır (Jiwa ve ark., 2021).

2.2. Bireylerin Atıştırmalık Tüketim Davranışları ve Bunu Etkileyen Faktörler

Araştırmalar insanların cinsiyetlerine, bilgilerine, sosyoekonomik durumlarına ve yaşlarına bağlı olarak gıdaların sağlıklılığının algılamasının değiştiğini göstermektedir. Tüketici zihninde net olarak sağlıklı gıda portresi olmadığından üretici firmalar tarafından bu durum ürün pazarlamasında bir avantaj olarak görülmekte ve ürünlerinde "organik, ham, doğal, düşük şekerli, laktozsuz, vegan, yüksek proteinli, yüksek proteinli, az yağlı" terimlerini kullanarak tüketicilere hitap etmesi için yeniden şekillendirmektedirler. Bu durum kendilerini çözüm sağlayıcı olarak konumlandırmalarına ve toplum için iyi aktörler olarak ortaya çıkmalarına neden olmaktadır (Lambert ve ark., 2020). Gıdaların etiket bilgisinde yer alan beslenme bilgileri ve sağlıklılık beyanlarında izin verilen sınırlamalar 29960 sayılı *Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği (2017)*'nde ve bu yönetmelikte yer alan eklerde yayımlanmıştır. 29960 sayılı *Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği (2017)*'nde ise, algı farklılıkları ve bilgi gereksinimleri dâhil gıda hakkında bilgilendirme açısından tüketicilerin üst düzeyde korunmasına ilişkin kuralları belirlemek amacıyla; gıdaların etiketlenmesi ve gıda hakkında bilgilendirme ile ilgili genel kuralları, gereklilikleri ve sorumlulukların belirlenmesini içeren bir yönetmeliktir.

Gıdanın beğenisi, verilen duygusal tepkilerin yoğunluğu, ürün kabul ve satın alma olasılığı ve gıda seçimleri tüketicilerin yeme bağlamında önemli rol oynamaktadır. Yaptıkları çalışmalar ile Spence ve ark. (2014) oda aydınlatma renginin değiştirilmesinin tüketicilerin şarapların tat değerlendirmesini etkilediğini, Reinoso ve ark. (2016) müzik parçalarındaki farklılığın tüketiciler bira tadım değerlendirmelerini etkilediğini, Wang ve Spence (2015) işitsel ve görsel niteliklerin manipülasyonunun, tüketicilerin votka tadını değerlendirmesinde farklılık yarattığını göstermiştir.

Pennanen ve ark. (2020) tarafından yapılan başka bir çalışmada otomatlarda sağlıklı atıştırmalık tüketim sınıfları incelenmiştir. Katılımcılara otomattan gıda seçimi yapmaları istenilmiş ve bu seçimi yaparken ne tür bilgilere sahip olmak istedikleri sorulmuştur. En çok besin değerleri, alerjenleri ve bileşenlerin kökenine ilişkin bilgilere ulaşılmak istendiği belirlenmiştir. Caruso ve ark. (2014)'nın atıştırmalık yiyeceklerin otomatlardaki

tüketimini konu alan çalışmalarında otomatlarda sağlıklı seçenekler mevcut olsa bile öğrencilerin sağlıksız ürünlerini, ofis ortamında çalışan yetişkinlerin ise sağlıklı gıda ürünlerini daha çok tercih ettiği gözlemlenmiştir.

Üniversitelerde gıda tercihlerinin düşük besin içerikli, enerjisi yoğun gıdalar olduğu; fiyat, stok durumu, kolay ulaşılabilirlik ve lezzet, yurt odalarında çok fazla atıştırmalık bulundurulması durumlarının beslenme davranışlarını etkilediği bulunmuştur (Lambert ve ark., 2020).

Pennanen ve ark. (2020)'nın yaptığı bir çalışmada oluşturulan sanal yeme ortamında tüketicilere sunulan sağlıklı olarak kabul edilen çavdar nacho ve sağlıksız olarak kabul edilen sütlü çikolatanın tadım değerlendirmesinde ortamın etkisi araştırılmıştır. İyileşen çevre koşularında daha iyi değerlendirme yapıldığı ve ortam koşullarının duyusal değerlendirmede önemli etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Televizyonda yiyecek reklamlarına ve diğer gıda pazarlama kaynaklarına maruz kalmak, ergen bireylerin yiyecek seçimleri ve yeme davranışlarıyla bağlantılıdır (Jiwa ve ark., 2021).

Yeme davranışını etkileyen en önemli unsurlardan biri de strestir. Stresli durumlarda bireyler kendilerini daha rahat hissetmek için yiyecek tüketimine yönelmektedirler. Daha yüksek algılanan stresin fazla yağlı atıştırmalıkların, pizza, hamburger vb. fastfood ürünlerin ve alkollü içeceklerin tüketimini arttırdığı görülmüştür. Kronik stres bayanlarda daha yüksek oranla görülmekle beraber bu durum duygusal yeme veya kontrolsüz yeme davranışına, akabinde daha yüksek BMI ve sağlıksız beslenme eğilimine neden olmaktadır (Reijonen ve ark., 2016).

2.3. Piyasadaki Ürünler

Piyasada sağlıklı atıştırmalık olan barlar için geniş bir ürün yelpazesi bulunmaktadır. Meyve ve sebze barlar, enerji barlar, tahıl barları, protein barları, kolajen barlar, ketojenik barlar, meyveler, kuruyemişler, tahıl ürünleri ve granola ön plana çıkmaktadır. Çocuk beslenmesinde aktif olarak rol oynamak isteyen gıda firmaları zengin besin içeriğinin yanı sıra çocukların ilgisini çekebilecek ambalajların seçimine önem göstermektedirler.

Sağlıklı atıştırmalık ürünlerinde genellikle gelişimi olumlu yönde etkileyen omega-3, vitamin, mineral, protein, kalsiyum, potasyum vb. besin ögeleri ön planda olan, meyve-sebzeler, besleyici değeri yüksek olan kuruyemiş (badem, fındık, ceviz vb.), tahıl (yulaf, buğday vb.) ve bağlayıcı maddeler (bal, tahin, pekmez, hurma vb.) kullanımı daha çok tercih edilmiştir. Yetişkin bireylerde ise daha çok tercihe dayalı bir kategorilendirmeye gidilmiştir. Piyasada sporcular için enerji barları; zengin bir kahvaltı veya tok tutan bir ara öğün tercihi için tahıl barları ve granolalar; süt /süt ürünleri tüketmeyenler için vegan barlar; gluten intoleransı olanlar için glutensiz barlar, kolajen barlar, ketojenik barlar vb. birçok tüketici talebine karşılık veren birçok atıştırmalık ürün mevcuttur.

Sağlıklı atıştırmalık piyasası çok gelişmiş bir pazar olup ülkemiz dışında da globalleşmiş birçok firma mevcuttur. Bu firmalar kendi kurumsal sayfalarında ürünleri ile ilgili detaylı açıklamalarda bulunmakta, besin değeri, sağlık yararları ve enerji değerlerini özenli bir şekilde tüketicilere sunmaktadırlar. Bu bilgiler 2017 yılında yayımlanan *29960 sayılı Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği'*ne ve *29960 sayılı Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği'ne* uygun olarak gıda ambalajlarında yer almaktadır. Bu firmaların kurumsal internet siteleri incelendiğinde sağlıklı beslenme ile ilgili makaleler, köşe yazıları, egzersiz videoları, yeni gıda trendleri vb. tüketiciyi yönlendirici içeriklere yer verildiği gözlemlenmiştir. Bu içeriklerle birlikte açıkça verilen ürün özellikleri ve bilgileri de göz önüne alındığında firmaların tüketiciyi önemsediği ve sağlıklı beslenme konusuna önem verdiği şeklinde bir portre oluşmak ve tüketicinin güveni arttırılmaktadır.

Amerika'da diyabet ve kardiyovasküler hastalıkların sık görülmesinden doğan halk sağlığı ve endişesi üzerine 2010 yılında geniş araştırmalar yapılmış ve sağlıklı beslenmeye yönelik bir diyet rehberi yayımlanmıştır. Buna göre tahıl tüketiminin arttırılması, ilave şeker ve tuz oranı yüksek gıdaların azaltılması tavsiye edilmiştir. Yemeye hazır gıdalarda pazar payı en yüksek olan Kellogg (%33) ve General Mills (%29) kahvaltılık gevreklerin üzerinde daha çok durulmuş ve bu oranlar incelenmiştir (Thomas ve ark., 2013).

General Mills Convenience & Foodservice, Minneapolis kanal yöneticisi, platform pazarlaması ve inovasyon yardımcısı Jessica Gardeck'e göre barlar alanı temel tahıl içeriği, performansı, sağlıklılık ve ikram edilebilirlik olarak dört ana kategoriye ayrılır. Buna göre protein içerikli barlar performans bakımından aranırken, keto ve glütensiz bar sağlıklılık açısından aranan barlardır. Atıştırmalık bar üreticileri beslenmenin yanı sıra yağ ve şekeri azaltılmış; spor, kahvaltı ve öğün yerine geçen her yaş grubunda tercih edilen atıştırmalıklara yönelmişlerdir (Kvidahl Reilly, 2020).

Türkiye pazarında ise, Bahçeden, Eti, Züber, Tadım, Tempo, Fellas, WaspCo, Nestle markalarının barları ön planda olduğu görülmektedir. Kuruyemiş olarak Peyman ve Bahçeden markaları ön plana çıkmaktadır.

Piyasada filizlendirilmiş tahıl ürünleri olarak; Pastalia Glutensiz Pancarlı Filizlendirilmiş Karabuğday Makarnası, Fitgusto Filizlendirilmiş Un Paketi (karabuğday, maş fasulyesi, nohut, yeşil merimek ve pirinç unu), Talya Foods Filizlendirilmiş Organik Çiğ Karabuğday Tagliatelle, Talya Foods Glutensiz Filizlenmiş Karabuğday Makarnası, Kb Gurme Filizlendirilmiş Karabuğday Rigatoni, Talya Foods Burgu Makarna Filizlenmiş Çiğ Karabuğday ve Mor Havuç ve Pancar, Ekolojik Dünya Glutensiz Filizlendirilmiş Çiğ Karabuğday Greçka, Kb Gurme Glutensiz & Vegan Filizlendirilmiş Karabuğday Arpa Şehriye Makarna, Fitgusto Filizlendirilmiş Karabuğday (Glutensiz / Vegan), Kaptanın Ceviz Çiftliği Filizlendirilmiş Kırmızı Mercimek, İngro Glutensiz Filizlendirilmiş Siyah Nohut Unu vb. birçok ürün pazarda yer almaktadır.

2.4. Bir Atıştırmalık Türü: Granola

Granola; tahıl, kuru meyve, kuru yemiş ve bağlayıcı bir içeriğin (bal, pekmez, yağ vb.) karıştırılması ile elde edilen lif açısından zengin (Souza ve Silva, 2015) genellikle doğal bileşenler içeren, kahvaltılık olarak tüketimi yaygın görülen toplanmış/sıkıştırılmış ve pişmiş atıştırmalık bir üründür. Granolanın işlenmesi, kuru bileşenlerin karıştırılması ve genellikle bal, su, melas ve/veya yağ içeren bağlayıcının ilavesi şeklinde olmaktadır. Daha sonra 150–220 ºC arasında granül ürün istenen ölçüde kızartılana kadar pişirilir. Granola genellikle yüksek derecede kırılabilirlik gösterir (Pathare ve Byrne, 2011). Su

aktivitesi düşük, kuru tanecikli bir tahıl ürünüdür (Macedo ve ark., 2013). İçerdiği bileşenlerin yapısından dolayı heterojenik özellik gösterir ve bu sayede yüksek miktarda diyet lifi, vitamin, mineral ve enerji kaynağı olabilmektedir (Souza ve Silva, 2015). Granola besin içeriği ve rahat ulaşılabilirliği nedeniyle atıştırmalıklar arasında öne çıkmaktadır (Silva ve ark., 2014). Fenolik antioksidanlar ve lif kaynağı açısından ideal bir gıda formatıdır (Sun-Waterhouse ve ark., 2010). Tahıl ve granola barların doyuruculuğu diğer atıştırmalıklara göre daha yüksek olup kahvaltıda ve öğün aralarında tüketim için uygun, ulaşılması kolay ve pratik olması, fenolik antioksidanlar ve lif kaynağı olması, tüketildiklerinde konsantrasyonda artış ve yorgunluğun azalmasında etkili olması, granola bar ve tahılları ideal bir gıda formatı haline getirmektedir (Sun-Waterhouse ve ark., 2010; Njike ve ark., 2016).

2.4.1. Granülasyon

Granülasyon prosesi küçük partiküllerin fiziksel olarak güçlü büyük partiküllere dönüştüğü ve birincil partiküllerin hala ayırt edilebildiği bir boyut büyütme işlemi olarak tanımlanmaktadır. İlaç, gıda ve kimya endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan bir işlemdir (Pathare ve ark., 2012; Cuq ve ark., 2013; Atalar ve Yazıcı, 2017). Boyutu büyütülerek toplanan bileşenlerin ayrışmasını önlenerek içeriğin homojenliğinde bir iyileşme sağlanmakta, granüllerin sıkıştırma ve çözünme özelliklerini geliştirilmektedir. Granülasyon kuru veya ıslak olarak iki şekilde uygulanmaktadır. Kuru granülasyon işlemlerinde mekanik sıkıştırma ve kuru bir boyutlandırma gerçekleşirken, ıslak granülasyon işlemlerinde daha büyük granüller üretmek için ince birincil partikül malzemelerin (tozlar, taneler vb.) sıvı bir bağlayıcı kullanılarak topaklandığı bir işlemdir (Pathare ve Byrne, 2011).

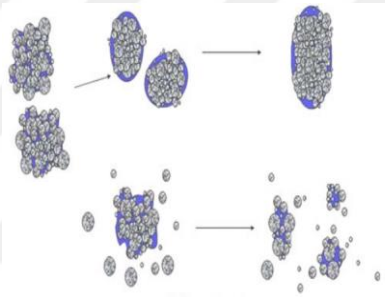
Yüksek kesmeli granülasyon ve akışkan yataklı granülasyon teknikleri en yaygın kullanılan ıslak granülasyon teknikleridir. Yüksek kesmeli granülasyon, düzenli şekilli ve yüksek derecede sıkıştırılmış granüller elde edildiği için en çok tercih edilen yöntemdir (Pathare ve Byrne, 2011). Bu yöntem granüllerin sürekli oluşup parçalandığı dinamik bir süreçtir (Kristensen, 1988) ve ıslatma ve çekirdeklenme; konsolidasyon ve büyüme; kırılma ve yıpranma olarak üç adımda gerçekleşir (Şekil 1.1.) (Iveson ve ark., 2001).

1. Islanma ve çekirdeklenme, sıvı bağlayıcı yatak boyunca partikül ile temas ettirilir;
2. Konsolidasyon ve büyüme, iki granül, granül ve yem tozu veya bir granül ve ekipman arasındaki çarpışmalar granülün sıkışmasına ve büyümesine yol açar;
3. Aşınma ve kırılma, ıslak veya kuru granüller, granülatördeki darbe, aşınma veya sıkıştırma nedeniyle veya sonraki ürün elleçleme sırasında kırılır.

Islatma ve Çekirdeklenme



Konsolidasyon ve Büyüme



Yıpranma ve Kırılma

Şekil 1.1. Islak granülasyon işleminin şematik gösterimi (Pathare ve Byrne, 2011)

Literatürde yapılan çalışmalar kapsamında, yüksek kesmeli ıslak granülasyon işlemine ait parametrelerin granüllerin büyüme hızı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Granül aglomerasyonu, granülasyon çözeltisinin sürekli eklenmesi veya işleme sırasında granül konsolidasyonu ile arttırılan granüllerin sıvı doygunluğundaki bir artışla artma eğilimi gösterirken; yüksek çark hızı ve uzun ıslak kütleleme süresi granül gözenekliliğini azaltma eğiliminde olduğu raporlanmıştır (Badawy ve ark., 2000).

Proses parametrelerinin yüksek kesmeli bir granülatörde üretilen granül özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bir diğer çalışmada kullanılan çark hızı ve granülasyon süresinin granüllerin boyut dağılımlarını, şekillerini, gözeneklilik ve gevrekliklerini etkilediği gözlemlenmiştir (Rahmanian ve ark., 2011).

Diğer bir ıslak granülasyon yöntemi olan akışkan yataklı granülasyon ise kuru bileşenlerden oluşan sulu bir yatak üzerine bir bağlayıcı solüsyon püskürtülerek tek bir ekipmanda yapılan bir yöntemdir (Pathare ve ark., 2013). Partikül yüzeyinin püskürtülen damlacıklar tarafından ıslatılmasıyla akışkan yatakta topaklanma ve granül büyümesi meydana gelmektedir (Pathare ve ark., 2012).

Parçacıkların aglomerasyon büyümesi, tekrarlayan üç adımdan sonra gerçekleşir. Başlangıçta tozlar sıcak havada akışkanlaşmaya başlar ve yüzeylerine bağlayıcı püskürtülür. Püskürtme bağlayıcı parçacıkları yapışkan hale getirir. Yapışkan parçacıklar birbirleriyle çarpışarak sıvı köprüler oluşturarak yapışmayı sağlar. Sıcak akışkanlaştırma ile kurutma, ıslak parçacıkların konsolidasyonunu sağlar. Üstten püskürtmeli akışkan yataklı granülatörde, aglomerasyon üç bölgede meydana gelmektedir; ıslatma-aktif bölge, izotermal bölge ve ısı transfer bölgesi (Jimenez ve ark., 2006; Atalar ve Yazıcı 2017). Aglomerasyon ıslatıcı aktif bölgede gerçekleşirken ıslak partiküllerin konsolidasyonu izotermal bölgede gerçekleşmektedir. Aglomeraların büyüme sürecini etkileyen parametreler uygun şekilde düzenlenmediği takdirde, tozlar aşırı kuruma nedeniyle filtrelere ulaşabildiği veya aşırı ıslanma nedeniyle odaya yapışabildiği ve sadece ısı transfer bölgesinde kalabildiği belirtilmektedir. Hava hızı, giriş havası sıcaklığı, püskürtme hızı, bağlayıcı miktarı, bağlayıcı türü, püskürtme basıncı, su tutma kapasitesi, tozun akışkanlık özelliği ve konik haznenin boyutu düzensiz toz akışı nedeniyle ayrışmaya neden olan başlıca özellikler arasında gösterilmektedir.

2.4.2. Granola ile ilgili yapılan çalışmalar

Literatürde granola formülasyon geliştirilmesi ile ilişkili olarak yapılan sınırlı sayıda çalışmalar mevcuttur. Wang ve ark. (2019)'nın yaptığı çalışma kapsamında; tüketicilere yulaf, kurutulmuş meyve ve kuru yemişleri içeren granola barları sunularak duyusal (görünüş, koku, tat) açıdan değerlendirmeleri istenmiş ve beklentileri sorgulanmıştır. Bu çalışmaya göre tüketiciler için granolada en önemli olan özelliğin tatlılık ve çıtırlık derecesi ve hazırlama kolaylığı olduğu belirtilmiştir. Sethupathy ve ark. (2020) tarafından yapılan bir diğer çalışmada sakaroz alternatifleri olarak hindistancevizi şekeri, fruktooligosakarit ve inülin kullanılarak granola barlar hazırlanmış, bunların duyusal,

fiziksel, glisemik indeks, enerji değerleri ve in-vitro nişasta sindirilebilirliği incelenmiştir. Her üç sakaroz alternatifinin duyusal ve fizikokimyasal özelliklerinin kontrol ürünle aynı düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Cecchi ve ark. (2019)'nın yaptığı bir çalışmada kurutulmuş zeytin presi (ezme) ile güçlendirilmiş granola bar, ekmek ve makarna üretilmiştir. Zeytin ezmesinin bu ürünlerin görünüşlerini güçlü bir şekilde etkilediği, granola barda acılığı arttırdığı, fenolik bileşenlerin günlük alımını arttırdığı ve işlevsel bir bileşen olarak kullanılabileceği gözlemlenmiştir. Karadağ ve ark. (2017)'nın yaptığı bir çalışmada %5 balık yağı ile zenginleştirilmiş granola barlarının oksidatif stabilitesine "Kahverengi yosun *Fucus vesiculosus* yağı emülsiyonu" ilave edilerek antioksidan özelliği gözlenmiştir. 10 haftalık depolama sırasında lipid oksidasyonunun azaldığı, etanol ve aseton özütlerinin en etkili antioksidan olduğu, akabinde toplam fenolik içeriğinin artış gösterdiği raporlanmıştır.

2.5. Arı Ürünleri ile Zenginleştirilmiş Filizlendirilmiş Karabuğday Granola

Tez kapsamında geliştirilecek olan ürünün ana bileşimi ve ona ait literatürsel bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

- Tahıl/Tahıl Benzeri: Karabuğday, Yulaf
- Arı Ürünleri: Polen, Propolis, Bal
- Kuru Yemişler: Badem, Fındık
- Kuru Meyveler: Çilek Kurusu, Portakal Kurusu, İncir Kurusu
- Bağlayıcı: Chia Tohumu, Elma Suyu
- Baharat vd.; Tarçın, Tuz, Vanilya

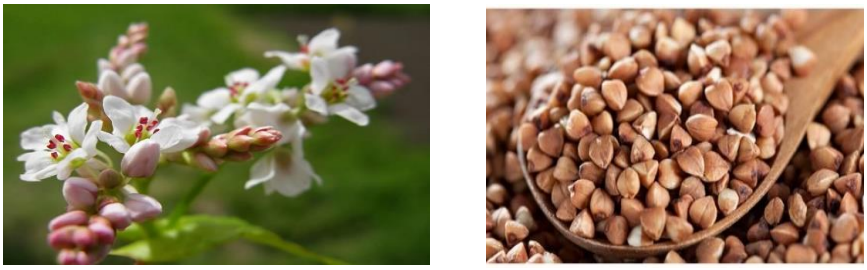
2.5.1. Karabuğday

Karabuğday bitkisi (*Fagopyrum esculentum Moench*.) *Polygonaceae* (Kuzukulağıgiller) familyasından *Fagopyrum* cinsine ait tek yıllık otsu bir bitki türüdür (Leblebici 2019). Tahıllarla hem benzerlik hem de farklılık gösterdiğinden pseudo-cereal (tahıl benzeri) grubuna dahildir (Sytar ve ark., 2013). Kısa mevsim mahsulü olan karabuğday, düşük verimli veya asitli topraklarda iyi yetişmektedir. En çok Çin, Rusya, Ukrayna ve Kazakistan'da yetiştirilmektedir, ancak son yıllarda tüm dünyada ve özellikle Asya'da, Avrupa ve Amerika'da yetiştirilmektedir. Türkiye'de ise son yıllarda karabuğday üretimi

ve akabinde ilgili araştırmalar farklı kurum ve üniversiteler tarafından üretim ve Ar-Ge faaliyetleri şeklinde yürütülmeye devam etmektedir (Çelik ve ark., 2018). TÜİK verilerine göre 2021 yılında Türkiye'de karabuğday üretim miktarı 9603 dekar alanda 1413 ton olarak verilmiştir (TÜİK, 2021). Elde edilen son FAO verilerine göre ise 2020 yılında dünya genelinde 1856913 hektar alanda karabuğday hasat edilmiştir (FAO, 2020).

Karabuğday dünyanın kurak ve soğuk bölgelerinde yaygın olarak tüketilen bir besindir. Genellikle öğütülmekte ve karabuğday unu olarak kullanılmaktadır. Kek, ekmek, makarna, şehriye, muffin, bagel, kraker, kurabiye, krep ve tortilla gibi çeşitli fırın ürünlerinin, çorbaların, pudinglerin, tatlıların, konserve et ve sebze ürünlerinin, dondurma külahının, pilav gibi çeşitli yemeklerin yapımında kullanılmaktadır. Karabuğday kabuğu çıkarılmış ise kavrularak karabuğday çayı, kahvaltılık, yulaf lapası yapımında hammadde olarak kullanılmaktadır (Lee ve Kim, 2008). Amerika'da "porridge" denilen yulaf lapası, pancake karışımı, ekmek, erişte, spagetti vb. gıdaların imalatında kullanılmaktadır. Kore'de "naengmyeon" denilen karabuğday unu ile yapılan soğuk şehriye çorbası, "makguksu", karabuğday keki, "chung-tteok", karabuğday gözleme, karabuğday sujebi vb., Japonya'da soba noodle olarak kullanılmaktadır. İtalya'nın kuzey bölgelerinde "pizzoccheri" yapımında faydalanılmaktadır. Bununla birlikte karabuğdayın, arıcılar için popüler bir bitki olduğu belirtilmektedir (Dizlek ve ark., 2009).

Karabuğday bitkisinin çiçek rengi beyaz, açık yeşilden pembe veya kırmızı renge kadar değişmektedir (Yavuz ve ark., 2016). Karabuğday tohumu keskin hatlı, 3 kenarlı ve üçgen biçimindedir. Parlak, mat kahverengi, siyah veya gri tohum kabuğuna sahiptir (Dizlek ve ark., 2009).



(a) (b)

Şekil 2.1. Karabuğday bitkisi (a) ve karabuğday tohumu (b)

Karabuğday tohumları, pirinç ve buğdaya kıyasla protein bakımından daha zengindir. İnsan ve hayvan sağlığı üzerinde etkili olan sekonder metabolitleri içermektedir. En fazla bulunan sekonder metabolit "rutin'' adı verilen bir flavonal glikosittir. Bu madde bakımından en zengin bitki karabuğdaydır (Leblebici, 2019). %65-70 oranında karbonhidrat, %10-15 protein, %2-3 yağ ve %2-4 kül olup, tahıllara göre yüksek miktarda protein içermektedir. Albümin ve globulin en çok bulunan proteinler arasındadır, glutelin içeriği ise %20-30 oranında yüksektir (Lee ve Kim, 2008). Protein ve vitaminlerin yanı sıra demir, çinko, selenyum ve diğer eser elementler açısından zengindir. Linoleik asit (%31-41) gibi çoklu doymamış esansiyel yağ asitleri diğer tahıllara kıyasla karabuğdayda daha fazla bulunmakla birlikte; tahıllarda eser miktarda bulunan veya bulunmayan araşit, behenik ve lignoserik asitleri içeren uzun zincirli yağ asitleri, karabuğdaydaki toplam yağ asitlerinin %8'ini oluşturmaktadır (Hung ve ark., 2021).

Karabuğday proteinleri, özellikle serum kolesterolünü düşürmesi, safra taşlarını ve tümörleri baskılaması ve anjiyotensin I-dönüştürücü enzimi inhibe etmesi gibi çeşitli şekillerde sağlığı iyi yönde etkilemektedir (Koyama ve ark., 2013).

Karabuğday, yüksek bir antioksidan aktiviteye sahiptir ve önemli diyet değerine sahip rutin, kateşinler ve diğer polifenoller bakımından zengindir (Ren ve Sun, 2014). Karabuğday, anti-trombosit agregasyonu ve antiastmatik aktivite ve yüksek tansiyon üzerinde stabilizasyon etkisi gibi birçok ilginç farmakolojik etkiye sahip önemli bir rutin kaynağıdır (Lim ve ark., 2012). Karabuğdayda yüksek miktarda bulunan rutinin işlevleri arasında aşırı damar geçirgenliğinin neden olduğu damar hastalıklarının tedavisi, damar sertliğinin önlemesi için kılcal damarların güçlendirilmesi, diyabet, diş eti kanaması ve ağız kokusunun giderilmesi, hipertansiyon ve beyin kanaması gibi kardiyovasküler hastalıkların tedavisi yer almaktadır (Lee ve Kim, 2008). Sağlık açısından faydalı bileşikleri nedeniyle dıştaşı karabuğday *(F. tartaricum)* doğu tıbbında kullanılmaktadır. Tatar karabuğday, rutin ve yaygın karabuğdaydan (*F. esculentum*) daha acı bileşenlere sahiptir (Sytar ve ark., 2013).

Protein biyo-yararlılığının yüksek olmasının yanında gluten içermemesi sebebi ile gluten proteinlerini tolere edemeyen çölyak hastalarının beslenmesine uygun, besleyici değeri

yüksek önemli bir alternatif olmaktadır (Kılıç ve Elmacı 2018; Hayıt ve Gül, 2015). Karabuğdayın zorlu iklim koşullarında bile yetişebilmesi ve zengin besin içeriği ile gıda olarak tüketiminin yanında geleneksel tıpta kullanımı da zamanla artmıştır. Anti-tümör, antioksidan, antienflamatuar, hepatoprotektif, antidiyabetik, antibakteriyel ve yorgunluğu önleyici aktiviteye sahiptir (İnanır ve ark., 2019). Karabuğdayın anılan bu olumlu özelliklerinin yanı sıra karabuğday tüketimi sonucunda bireylerde alerjik reaksiyonlar da görülebildiği raporlanmıştır

Filizlendirme; bitkilerin gelişimi ve neslinin devamı için gereken enerji ve esansiyel bileşenleri sağlamak amacıyla tohumda büyüme ile beraber proteinlerin parçalanması, lipitlerin oksitlenmesi ve karbonhidratların basit şekerlere dönüşmesi, suyun absorbsiyonu, hücre farklılaşması gibi kompleks metabolik faaliyetlerin bütünü olarak tanımlanmaktadır. Filizlendirme işlemi tohumların yeterli nem ve sıcaklığın sağlandığı koşullarda gelişmesi neticesinde yaprak oluşumu gözlemlenmeden tohum dahil olarak tüketilmesi amacıyla hasat edilmesidir. Çimlendirme işleminde ise bitki tohumun fide oluşturması sürecidir. Stabil haldeki kuru tohum su ilavesi ile birlikte embriyo gelişimini tamamlayıp fide haline gelmektedir (Yetim ve ark., 2010).

Filizlendirilmiş gıdaların salatada çiğ olarak veya haşlanmış veya buharda pişirilmiş sebze olarak tüketimi mevcuttur. Filizlendirilmiş tohumlar ve bu tohumların kullanıldığı fonksiyonel gıdalar gıda endüstrisinde yerini almış, çeşitli kahvaltılık ürünlerde, salatalarda, makarnalarda, unlu mamüllerinde, çorbalarda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Karabuğday filizleri, içerdiği rutin ve antosiyaninin etkisiyle yüksek antioksidan seviyelerine sahiptir. Potansiyel besin değeri ve vitamin ve mineral içeriği nedeniyle filizlendirilmiş karabuğdaya olan ilgi son yıllarda artmıştır (Tsurunaga ve ark., 2013). Karabuğday filizlerinin yanı sıra brokoli, yonca ve fasulye filizleri, fenolik bileşikler, proteinler, vitaminler ve mineraller de dahil olmak üzere zengin bitki besinleri içeriği nedeniyle filiz pazarından büyük ilgi görmüştür (Lim ve ark., 2012).

Karabuğday filizi, 10-15 cm uzunluğunda, pembe ince saplı ve yeşil tohum yapraklıdır (Koyama ve ark., 2013). Dışarıdan gövdeye doğru dış kabuk (perikarp), tohum kabuğu (spermoderm), endosperm ve embriyo olmak üzere 4 katman içermektedir (Lee ve Kim,

2008). Karabuğday filizleri yumuşak, hafif gevrek bir doku ve çekici bir kokuya sahiptir. Besin ve farmasötik değeri yüksektir (Yiming ve ark., 2015). Bitki ve tohumlarının belli sıcaklık ve sürelerde filizlendirilmesi ile elde edilen yenilebilir filizler; diyet lif, vitamin, mineral, flavanoid ve fenolik bileşenler açısından zengin fonksiyonel gıdalardır. İlk zamanlarda özellikle buğday ve arpa gibi bazı tahıl ve baklagillerin filizleri yaygın olarak tüketilse de günümüzde dünya üzerinde filizlendirilmiş olarak en çok soya fasulyesi, brokoli, bezelye, nohut, buğday, arpa, yulaf, çiltik, lupin, yonca ve karabuğday tüketilmektedir (Yetim ve ark., 2010; Şenlik ve Alkan, 2021). Yapılan çalışmalarla filizlerin biyoaktif bileşikler açısından zengin bir kaynak olduğu ortaya konulduktan sonra filizlendirilmiş tohumlar Batı Avrupa ve Amerika'da tanınmaya ve önem görmeye başlamıştır (Penas ve ark., 2008).

Filizlendirme esnasında enzim sisteminin aktivasyonu ve birçok kimyasal bileşiğin sentezine dahil olmaları ile tahılların besin kalitesi artmaktadır (Taraseviciene ve ark., 2009). Filizlendirme işleminin tane yapısındaki karbonhidrat ve fitik asit miktarlarını azaltıcı etkileri söz konusudur. Fitik asit, çinko, demir, kalsiyum, magnezyum ve bakır gibi minerallerin sindirilme yeteneğini azaltan anti besinsel bir bileşik olup bunların sindirimi ve emilimi zor olan bileşiklere dönüşmelerine neden olmaktadır. Fitik asidin mineraller ile birleşmesiyle oluşan fitatların proteinlerin emilimi üzerinde olumsuz etkisi olduğu belirtilmektedir (Okur ve Madenci, 2019). Fitik asit miktarının azalmasıyla orantılı olarak tahılların besin değeri yükselmektedir. Filizlendirme işlemiyle yulafın serbest aminoasit içeriğinin artmasına bağlı olarak protein biyoyararlanımının da arttığı belirtilmiştir (Tian ve ark., 2010).

Sharif ve ark. (2013), filizlenme ile birlikte lisin içeriğin ve proteaz enzim aktivitesinin; proteinlerin kalite, sindirilebilirlik ve biyoyararlanımının, minerallerin ise proteinlerle şelat yaparak sağlık yararlılığının arttığını bildirmiştir. Filizlendirme ile amilaz ve lipaz enzimleri aktive olmakta, tanelerdeki şeker ve esansiyel yağ asitleri miktarında da artış meydana gelmektedir.

Filizlendirilmiş tahıllardaki amilaz enzimi, amiloz ve amilopektin olarak depolanan nişastanın glikoz, maltoz ve sakkaroz gibi basit şekerlere hidrolizlenmesini katalize

etmektedir. Bu da tahılların sindirilebilirliğini arttırmakta ve tohum büyümesi için enerji kaynağı oluşturmaktadır (Hayıt ve Gül, 2021). Karabuğdayın filizlendirilmesi ile karabuğday ununda amiloz içeriğinin yanı sıra nem, toplam şeker, içeriklerinin arttığı belirtilmiştir (Cevallos-Casals ve Cisneros-Zevallos, 2010). Steve (2012) tarafından yapılan çalışmada, buğday unu filizlendirilmiş ve Ca, Mg, Fe, Na, K, P minerallerinin arttığı belirlenmiştir.

Filizlendirilmiş tahıllardaki şeker profilinin incelendiği bir çalışmada filizlendirilmiş pirinç, sorgum ve darı filizlerinde glikozdan çok maltoz birikimi gözlenirken, karabuğdayda tam tersi bir durum gözlemlenmiştir. 20 °C'de 5 gün boyunca filizlendirilen karabuğday tohumlarındaki glikoz/maltoz oranı 3,5/1 olarak bulunmuştur. Bu oranın filizlendirme sırasında salgılanan α-amilaz ve β-amilaz enzimlerinin seviyeleriyle ilişkili olabileceği öngörülmüştür (Agu ve ark., 2012).

Filizlendirme ile fenolik bileşikler, vitaminler, mineraller ve aminoasitlerin miktarı artarken; oligosakkaritler, tripsin inhibitörleri ve siyanojenik glikozitler gibi bazı bileşiklerin miktarı azalmaktadır (Kanmaz ve Ova, 2014). Karabuğday, protein, B1, B2 ve P vitaminlerinin yanı sıra demir, çinko, selenyum ve diğer eser elementler açısından zengin, tıbbi ve yenilebilir önemli bir bitki olmasına rağmen, proteinaz inhibitörlerinin varlığından dolayı karabuğday proteininin sindirilebilirliği azdır. Karabuğdayın filizlendirilmesi, proteinaz inhibitörlerini azaltarak protein kalitesini iyileştirmekte ve sindirilebilirliğini arttırmaktadır (Ren ve Sun, 2014). Özellikle proteaz inhibitörlerinin filizlendirme sırasında inhibe edilmesinin filizlendirilmiş tahıl ve baklagillerin protein biyoyararlanımlarının artırılmasında önemli bir etkiye sahiptir (Singh ve ark., 2015).

Yapılan bir çalışmada filizlendirmenin etkisi incelenmiş, karabuğday filizlerindeki serbest amino asit içeriklerinin karabuğday tohumlarından 4 kat daha yüksek olduğu, filizlendirme süresi arttıkça rutin, kuersitrin, ham lif, lizin ve C vitamini içeriğinin arttığı gözlemlenmiştir (Kim ve ark., 2004). Filizlenme ile tohumun yapısındaki lipaz enziminin aktifleşerek yağları yağ asidi ve gliserola parçaladığı ve toplam ham yağ içeriği artmaktadır (Kılınçer ve Demir, 2019). Hammadde türü ve ortam koşullarına bağlı olarak filizlendirme işlemi hammaddenin kantitatif ve kalitatif fenolik bileşimini

değiştirmektedir. Tahıl ürünlerinde bazı aminoasitler (lizin ve triptofan), protein miktarı, B ve C vitamini, indirgen şeker, diyet lif ve yağ miktarında da artış olmaktadır. Bununla birlikte protein ve nişasta sindirilebilirliği de önemli oranda artmaktadır (Hayıt ve Gül, 2021). Devrajan ve ark. (2017) karabuğdayın ham lif içeriğinin filizlendirme sonrasında %7,80'den %9,74'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Ghavidel ve Prakash (2007) tarafından yapılan bir çalışmada filizlenme ile baklagillerin tiamin içeriklerinde %8-%33, protein oranlarında %6,1-%9,7, nişasta sindirilebilirliklerinin çeşide bağlı olarak %53-%82 arasında arttığı bildirilmiştir.

Karabuğdayın besinsel özellikleri üzerine filizlendirme işleminin etkilerinin incelendiği bir çalışmada %3,8 olan yağ miktarının filizlendirme sonrasında %1,8'e düştüğü ve bu düşüşün filizlendirme sırasında artan lipaz aktivitesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Okur ve Madenci, 2019).

Günümüzde karabuğday ve filizleri ile ilgili araştırmalar flavonoid içerikleri ve antioksidan aktivitelerine odaklanmaktadır (İnanır ve ark., 2019). Filizlendirme ile tohumdaki fenolik bileşikler, dolayısıyla antioksidan miktarında artış gözlenmekte, böylece vücuttaki serbest radikallerin azalması sağlanmaktadır (Dziki ve ark., 2015). Filizlendirme işleminin çeşitli basamaklarında yenilebilir tohumların fenolik içerikleri ve antiradikal aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada, filizlendirilmiş tohumların fenolik antioksidanların çok iyi bir kaynağı olduğu tespit edilmiştir (Cevallos-Casals ve Cisneros-Zevallos, 2010).

Merkezi sinir sistemindeki ana baskılayıcı olan GABA (ɣ-aminobütirik asit) kaygı yatıştırıcı özelliğe sahip, kan basıncını ve kalp atış hızını regüle ederek ağrı şiddetini azaltan biyoaktif özellikte bir nörotransmitterdir. Filizlendirme sırasında ise tahıllarda GABA'nın önemli ölçüde artış gösterdiği bildirilmiştir (Şenlik ve Alkan, 2021).

Chauhan ve ark. (2015)'nın yaptıkları bir çalışmada amarant filizlendirilmesiyle elde edilen kurabiyelerde, tohumdan ve buğdaydan elde edilen kurabiyeye göre daha yüksek antioksidan içerik ve diyet lifi elde edildiği raporlanmıştır. Yapılan bir diğer çalışmada filizlendirilmiş esmer pirinç ilave edilen keklerde besinsel içerikte iyileşme

gözlemlenmiştir. Kurabiyelerde ise kül, diyet lif yağ ve protein içeriğinde artış gözlemlenmiştir (Bolarinwa ve ark., 2019).

Sattar ve ark. (2021)'nın yaptığı bir çalışmada kahvaltılık gevreklere filizlendirilmiş baklagil ilavesi ile sağlık yararlılığı olan fonksiyonel bir ürün eldesi amaçlanmıştır. Renk açısından filizlendirilmiş mercimek kullanılan gevrekler, koku açısından ise yeşil ve siyah fasulyeden yapılan gevrekler panelistler tarafından en yüksek puanı almıştır.

Bitki tohumunun fide oluşturması süreci ile sonuçlanan çimlendirme işlemi ile ilgili yapılan çalışmalara göre ise; Pongrac ve ark. (2016) 7 gün süreyle çimlendirilen karabuğday tanelerinin kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum içeriklerinin arttığını bildirilmişlerdir. Çimlendirme prosesinin tahıl ve baklagillerdeki sindirilebilir kül miktarlarında önemli derecede farklılık meydana getirdiği ($p<0.05$), çimlendirme ile sindirilebilir kül miktarlarının 2 katına çıktığı; tahılların çimlendirilmesinin kül sindirilebilirlik oranının artmasında baklagillerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir. 7-8 gün çimlendirme işleminin sonucunda fitik asitin tamamının parçalandığı bildirilmiştir (Bektaş, 2018). Yapılan bir çalışmada tahıllardaki fitik asitin 10 gün çimlendirme işlemiyle önemli ölçüde ($p<0.05$) azalış gösterdiği tespit edilmiştir (Azeke ve ark., 2011). Poiana ve ark. (2009) çimlendirmeyle fitik asit fosforundaki en fazla azalmayı çavdarda, en düşük azalmayı ise mısırda tespit etmiştir. El-Adawy ve ark. (2003), maş fasulyesi, bezelye ve mercimeğin çimlendirilmesi ile kül miktarlarında önemli bir artış meydana geldiğini tespit etmiştir.

2.5.2. Yulaf

Yulaf (*Avena sativa L.*) eski zamanlardan beri hayvan yemi ve tıbbi amaçlı ve insan gıdası olarak kullanılan çok fonksiyonlu bir tahıldır (Acar, 2020; Mut ve ark., 2017). Türkiye'de yulaf ekim alanları İç Anadolu Bölgesinde yoğunlaşırken, en fazla alan Ankara, Sivas ve Konya'dadır. Marmara bölgesi de ekim alanı en fazla olan ikinci bölgedir. Dünya genelinde ise Avrupa Birliği (AB) ve Rusya üretiminin yaklaşık yarısını karşılamaktadır. Kanada, Avustralya ve İngiltere diğer önemli üretici ülkelerdir. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yayımladığı Tarım Ürünleri Piyasa Raporu'na göre 2021 yılında dünya

genelinde 9923 hektar alanda 24552 ton yulaf üretimi gerçekleştirilmiştir (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü/TEPGE, 2021). TÜİK verilerine göre ise 2021 yılında Türkiye'de 1328810 dekar alanda 276000 ton yulaf hasat edilmiştir. Bitkisel üretim istatistiklerinde ise bir önceki yıl ile kıyas edildiğinde ise Türkiye'deki yulaf üretiminin %12,2 oranında azalarak 276 bin ton olduğu belirtilmiştir (TÜİK, 2021).

Yulaf gelişmiş ülkelerde yulaf kepeği, yulaf ezmesi ve yulaf unu şeklinde kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda Dünya Sağlık Örgütü yulaftaki proteinin et, süt ve yumurtadaki değerler ile eşdeğer olduğunu bildirmektedir. Lifli yapısından dolayı sindirim sistemine yardımcı olması nedeniyle diyetlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Bununla birlikte ilaç ve kozmetik sanayisinde de kullanım alanlarının artmasıyla son yıllarda önem kazanmıştır (Sarı ve Ünay, 2013; Topkara, 2019). Diğer tahıllar ile karşılaştırıldığında yulaf; protein, yağ, karbonhidrat, lif, vitamin, mineral ve bazı fonksiyonel bileşenler (tokoller ve avenantramidler) açısından zengin olması nedeniyle besleyici değeri yüksektir. Bunun yanı sıra da fitat gibi bazı bileşenlerin emilimini engelleyen bileşenlerce fakir bir kompozisyona sahiptir (Acar, 2020; Mut ve ark., 2017).

Yulafın, yüksek lif içeriği ve besinsel kalitesinden dolayı kolesterol ve kan şekerini düşürdüğü, bu nedenle insan beslenmesinde önemli bir gıda olduğu, protein içeriğinin, proteinin hazım olabilirliğinin ve net protein kullanım oranının yüksek olduğu bilinmektedir (Sarı ve Ünay, 2013). Yulafın kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve kanser gibi beslenme ile ilgili önem arz eden hastalıklara karşı koruyucu ve terapötik etkileri olan yüksek çözünür ve çözünmez besinsel lif içeriği olduğu bilinmektedir (Acar, 2020). Yüksek beta-glukan içeriği ile antioksidan etkisine sahip bileşikleri nedeniyle sağlık sektöründe, ticari alanlarda ve insan gıdası olarak tüketimi tercih edilmektedir. Özellikle B ve E vitamini açısından zengin olsa da A, C ve D vitaminlerinin az olması ve büyük bir kısmının kepekte olması kepeği önemli bir besin kaynağı yapmaktadır (Topkara, 2019).

2.5.3. İncir

İncir (*Ficus carica*) *Urticales* takımının *Moraceae* (dut) familyasına ait *Ficus* cinsinden bir bitki olup adını Ege Bölgesi'ndeki antik yerleşim yeri olan Caria'dan almaktadır. Anavatanı Türkiye olmakla birlikte, önce Suriye ve Filistin, ardından Ortadoğu üzerinden Çin ve Hindistan'a yayılmıştır. Günümüzde İzmir ve Aydın başta olmak üzere Ege bölgesinde üretimi yaygındır (Atik, 2012; Gençdağ ve ark., 2019). Subtropik bir meyvedir, fakat geniş bir ekolojik uyum kabiliyeti vardır ve bu sayede yurdumuzun tüm sahil kuşağında ticari olarak yetiştirilmektedir. İncir önemli ihraç ürünlerimizden birisidir. Türkiye dünyada kuru incir üretimi yapan en önemli ülke konumundadır. Dünya kuru incir üretiminin yaklaşık %60'ı ülkemiz tarafından sağlanmaktadır. İhracatın büyük bölümü bilinçli tüketici sayısının çok olduğu Avrupa Birliği ülkelerine yapılmaktadır (Aksoy, 2012). Bursa Siyahı, Sarılop, Göklop, Yeşilgüz, Morgüz ve Bardacık gibi birçok incir çeşidi mevcuttur. Ülkemizde en fazla üretimi yapılan çeşit tat, büyüklük, etlilik, açık renk ve karakteristik morfolojisiyle kurutmaya en uygun olan, toplam incir üretiminin %90'ından fazlasını oluşturan Sarılop çeşididir (Yaşartürk, 2016).

Ege Bölgesi'ndeki Büyük ve Küçük Menderes havzaları; iklim ve toprak şartları yönünden, kuru incirin yetiştirilmesi ve kurutulması bakımından ideal şartlara sahiptir ve dünyanın en kaliteli kuru inciri olan Sarılop bu bölgemizden elde edilir (Aksoy, 2012; Gençdağ ve ark., 2019). Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yayımladığı Tarım Ürünleri Piyasa Raporu'na göre 2019 yılında dünya genelinde 290 bin hektar alanda incir üretimi gerçekleştirilmiştir (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü/TEPGE, 2021). FAO verilerine göre ise 2020 yılında dünya genelinde incir hasat alanı 281522 dekametredir (FAO,2020). Son TÜİK verilerine göre 2020 yılında incir üretimi %3,2 artış göstermiştir. 2021 yılında ise incir üretiminin değişim göstermeyerek 320 bin ton olduğu belirtilmiştir (TÜİK, 2021). Türkiye'de üretilen incirlerin %30'u taze formda reçel ve marmelat olarak tüketilirken, %70'i kurutulmuş olarak bisküvi, keklerde, müsli, kahvaltılık, tahıl gevrekleri ve meyve barlarında atıştırmalık olarak kullanılmaktadır (Varhan ve ark., 2019).

California İncir Danışma Kurulu (California Fig Advisory Board) tarafından "adeta doğanın en mükemmel meyvesi" olarak bahsedilen incir, insanlık tarihinin tanıdığı en eski meyvelerden biri olmasına rağmen gıda üreticileri tarafından yeniden keşfedilmektedir. Besin değerlerinin yüksek olması ve sağlık yönünden faydalarının çok olması incire ayrı bir önem kazandırmaktadır (Paksoy ve Palabıçak, 2017).

Taze ve kuru incir önemli miktarda lif, vitamin, mineral ve antioksidan bileşik kaynağıdır. Fenolik asitler, flavonoidler ve karotenoidler açısından zengindir. Sodyum, yağ ve kolesterol içermez (Arvaniti, 2019). Birçok meyveden daha yüksek besin içeriğine sahip olmasıyla Akdeniz diyetinin önemli bir parçasıdır. Ham ve indirgen lif, mineraller ve polifenoller açısından zengindir. Yüksek nem ve şeker içeriği nedeniyle mikrobiyal bozulmalara karşı hassas ve raf ömrü kısadır. Bu nedenle mevsiminde taze, mevsimi dışında ise daha çok kuru olarak tüketilmektedir (Varhan ve ark, 2019).

2.5.4. Portakal

Portakal meyvesi *Citrus* cinsi bir ağaç olan *Citrus sinensis*' in bir meyvesidir. Dünyada portakal üretimi Portekiz ve civarında yaygın bir şekilde gerçekleştirilmekle birlikte ülkemizde Akdeniz Bölgesi, Rize ili ve çevresinde daha sık yetiştirilmektedir. Portakal meyvesi endüstride daha çok kozmetik ürünler ve ilaçlarda, gıda alanında dondurma, bisküvi, meyve suyu ve çay üretiminde kullanılmaktadır. Portakalda ortalama %80-85 civarında su bulunduğundan meyve suyu üretim işletmeleri tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir. Çay, kuru meyve ve gıdalara da katkı maddesi olarak kullanılması durumlarında portakalın kurutulması gerekmektedir (Polatcı ve Taşova, 2020).

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yayımladığı Tarım Ürünleri Piyasa Raporu'na göre 2019/20 üretim sezonunda dünya genelinde 4060 bin hektar alanda 46062 bin ton portakal üretimi gerçekleştirilmiştir (Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü/TEPGE, 2021). FAO verilerine göre ise 2020 yılında dünya genelinde portakal hasat alanı 3884586 dekametredir (FAO,2020). TÜİK verilerine göre 2021 yılında portakal üretimi bir önceki yıla göre %34,99 artış göstermiştir (TÜİK, 2021).

Turunçgil meyveleri antioksidan ve fenolik bileşikler açısından zengindir. Ayrıca portakalın kabuğu flavonoidler, uçucu yağlar, C vitamini, folik asit, potasyum ve pektin açısından zengindir (Özcan ve ark., 2020; Ergüt, 2015). Portakal besin değeri ve özel aroması nedeniyle çoğunlukla taze veya meyve suyu olarak tüketilmektedir (Pacheco ve ark., 2020). Yüksek besin değerine ek olarak antioksidan, antiinflamatuar, antikanser ve nöroprotektif aktiviteler gibi birçok sağlık yararına sahip olduğu bilinmektedir (Vlaicu, 2020).

Portakal meyvesi kurutulduğunda alternatif şekillerde kullanılacaksa besin ve renk değerlerinin korunmasında kurutma yönteminin seçimi önemli bir kriterdir. Portakal meyvesinin kurutulması için genellikle sıcak hava ile yapılan konvektif kurutma yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak bu kurutma yöntemleri hem enerji tüketim açısından uygun olmaması hem de ürün uzun süre ısıya maruz kalmasından dolayı besin değerleri çok fazla parçalanmakta ve rengi kararmaktadır. Bu nedenle portakal kurutulurken hızlı kurutma yöntemlerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Mikrodalga kurutma yöntemi bunlardan biri olmasına rağmen mikrodalga enerjinin üründe oluşturduğu ısı kontrol edilememesinden dolayı kurutma işleminde sonlara doğru üründe kısmen de olsa bazı renk kararmalarına neden olmaktadır. Ancak bu etki konvektif kurutma yöntemine göre kıyasla daha azdır (Polatcı ve Taşova, 2020).

2.5.5. Çilek

Çilek (*Fragaria spp.*), üzümsü meyveler içerisinde yer alan, tüketimi yaygın olan (Seçer ve ark., 2019; Çeliktopuz ve ark., 2017) zengin vitamin, mineral içeriği ve yüksek antioksidan aktivitesiyle dikkat çeken meyvelerden birisidir. Çekici rengi, aroması ve tadının yanı sıra iyi bir askorbik asit, antosiyanin ve flavonol kaynağıdır. Pastacılık, reçel, dondurma, konserve ve meyve suyu yapımı gibi gıda sanayisinde taze olarak veya püre haline getirilerek işlenmiş, dondurularak, tüketime hazır halde kesilmiş veya yiyecek ve içeceklere katılarak tüketilmektedir (Amaro ve ark., 2014; Özok, 2021). Boyut, şekil, renk, sertlik, asitlik, tatlılık ve genel meyve aroması, çileği en popüler ilkbahar ve yaz meyvelerinden birisi haline getirmektedir (de Souza ve ark., 2014).

Çilek yetiştiriciliğinin, dünya genelinde ve Türkiye'de giderek önem kazanmasının en büyük etkeni değişken iklim ve toprak koşullarında ve ekonomik olarak yetiştirilmesidir. Türkiye, değişik iklim ve toprak özellikleri yönünden çilek yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahiptir (Seçer ve ark., 2019). Dünya çilek üretiminde 2019 yılı itibariyle 3,2 milyon ton ile Çin ilk sırada, 1 milyon tonluk üretimi ile ABD ikinci, Meksika ise 861 bin ton ile üçüncü sırada yer almaktadır. Çilek üretiminde lider konumda olan Çin, toplam dünya çilek üretiminin %36,2'lik kısmını karşılamaktadır. Dünya çilek üretiminde dördüncü sırada yer alan Türkiye, ihracatta on ikinci sırada yer almaktadır. 2020 yılı çilek ihracatı bir önceki yıla oranla %14,7 artarak 47 912 ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye 2020 yılı çilek yetiştirilen toplu meyvelik alan incelendiğinde; %26,8'lik paya sahip olan Mersin 48 bin dekar ile birinci, Bursa 30 bin dekar ile ikinci, Konya ise 20 bin dekar ile üçüncü sırada yer almaktadır. Son verilere göre Türkiye'nin 2021 yılı çilek üretimi 669 bin tondur (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü/TEPGE, 2021). 2021 yılı TÜİK verilerine göre meyve üretiminin bir önceki yıla göre artacağı, 2022 yılında çilek üretiminde %18,2 oranında artış olacağı öngörülmüştür (TÜİK, 2022).

Farklı ekolojilerde ve değişik dikim zamanlarında kolaylıkla yetiştirilebilmesi nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Üzümsü meyveler içerdikleri yüksek oranda flavonoid ve fenolik asitler nedeniyle antikanserojen, antimutajen ve antioksidan özelliklerin yanı sıra (Gündüz ve Özdemir, 2012) C vitamini ve sindirimi kolaylaştırılan selüloz bakımından zengindir. Ellajik asit içeriğinin yüksek olması nedeniyle kanseri önleyici etkisi vardır (Türemiş ve ark., 2000).

Epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen veriler, çilek tüketimi ile çeşitli hastalıkların görülme sıklığı arasında ters bir ilişki olduğunu göstermiştir. Antioksidan, antikanser, anti-inflamatuar ve anti-nörodejeneratif özellikleri insan sağlığına yararları ile ilişkilendirilmiştir (Amaro ve ark., 2014; Özok, 2021; Van Duyn ve Pivonka, 2000). Çilekte bulunan kuarsetinin, geniş antiviral etkiler ile birlikte terapatik etkileri, C vitamini ile birlikte profilaksi, özellikle de COVID-19 hastaları dahil solunum yolu enfeksiyonlarının erken tedavisi için kullanılabileceği belirtilmiştir (Biancatelli ve ark., 2020).

Çileğe kırmızı rengini veren antosiyaninin, insan plazmasındaki antioksidan kapasiteyi arttırarak, düşük yoğunluklu lipoproteinler üzerindeki etkilerine bağlı olarak, canlı organizmalarda, kanserli hücre üzerindeki antikarsinojenik etkisinin belirlenmesi yönünde pek çok çalışma bulunmaktadır (Bayram ve ark., 2013). Çilek askorbik asit, ikincil metabolitler, şekerler ve asitler, tat, aroma ve lif içeriği bakımından zengin olmasından dolayı insan sağlığı açısından çok önemli bir meyvedir (Rahman ve ark., 2016). Çilek, tanenler, ellagik asit ve antosiyaninler gibi iyi bir polifenol kaynağıdır. Yalnızca renkli antosiyaninleri değil, aynı zamanda ikincil bitki metabolitlerinin zenginliğine katkıda bulunan renksiz fenolleri (özellikle ellagik asit, ellagitanninler, p-kumarik asit ve kersetinler) içeren geniş bir fenolik bileşen yelpazesine sahiptir. Fitokimyasallar arasında fenoller, serbest radikalleri nötralize etmeye yardımcı olan antioksidan aktiviteleri nedeniyle büyük ilgi görmüştür (Oliveira ve Pintado, 2014). Tulipani ve ark. (2008), çeşitli genetik ve çevresel faktörlerin, çileklerde besin kalitesini doğrudan etkileyen biyoaktif bileşiklerin üretimini ve varlığını etkilediğini göstermiştir.

2.5.6. Arı ürünleri (Bal, Polen, Propolis)

Arı ürünleri, eski zamanlardan günümüze kadar birçok alanda kullanılmış ve talebi giderek artmıştır. Beslenme ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeye verilen önemin artmasıyla birlikte gıda tüketim tercihlerinde arı ürünleri giderek değerli hale gelmiştir (Niyaz ve Demirbaş, 2017). Arı ürünleri (propolis, bal, arı sütü, arı mumu, arı poleni) alternatif ilaç olarak kabul edilmektedir. Uygulamaları tamamlayıcı ve alternatif tıbbı ifade etmektedir (Denisow ve Denisow-Pietrzyk, 2016). Özellikle günümüzde sentetik ilaçların yan etkileri ve bağışıklık sisteminin bu ilaçlara direnç kazanması insanları doğal ilaç olarak nitelendirilen arı ürünlerine yönlendirmiştir. Arı ürünlerinin tedavide kullanılmasına “Apiterapi” denmektedir (Bayrak, 2005). Yüksek antioksidan kapasiteye sahip olan bal, polen, propolis ve arı sütünün düzenli olarak tüketilmesinin vücudun antioksidan kapasitenin artmasına ve her türlü nekrozun önlenmesine yardımcı olduğu belirtilmektedir (Saral ve Kolaylı, 2012).

Arı sütü, polen, propolis, bal ve diğer arı ürünleri, doğal olarak yüksek antioksidan potansiyelleri nedeniyle fonksiyonel gıdalar olarak kullanılabilir (Viuda ve ark., 2008).

Bal, polen, arı ekmeği, arı sütü ve propolis gibi arı ürünleri gıda olarak besleyici özelliklerinin yanı sıra içerdikleri biyolojik aktif maddeler nedeniyle hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Karlıdağ ve Keskin, 2020).

Üretim ve arı kovanı birinciliğini Karadeniz Bölgesi, sonunculuğu ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi almıştır. İl bazında üretimde 2018'de Ordu 16 994 ton ile birinci iken, Kilis 43 ton ile sonuncu sıra yer almaktadır. Kovan sayısında Muğla 935 463 adetle birinci iken, 8 479 adet ile Uşak sonuncu sırada yer almaktadır (Koday ve Karlıdağ, 2020). TEPGE Arıcılık Ürün Raporu'na göre dünyadaki kovan sayısı 2019 yılında bir önceki yıla göre %0,6 oranında artarak 90,1 milyon adet olmuştur. 2019 yılı verilerine göre dünya toplam kovan miktarında ilk sırada yer alan Hindistan 12,3 milyon kovan ile %13,6'lık paya sahiptir. 9,1 milyon kovan ile %10,1 paya sahip olan Çin ikinci sırada ve 8,1 milyon kovan ile %9,0 paya sahip olan Türkiye ise üçüncü sırada yer almaktadır. Toplam kovan sayılarında 2019 yılında bir önceki yıla oranla Hindistan'da %0,7, Çin'de %0,2 ve Türkiye'de %0,2 oranında artış yaşanmıştır (TEPGE, 2021).

Çin, en çok arı kovanına sahip olan ve bal üreten ülkedir (211 bin ton). Bu ülkeler aynı zamanda dünyanın en çok bal ihraç eden ülkeleridir. En çok bal ithal eden ülkeler ise; Almanya, ABD, Japonya, İngiltere, İtalya, İsviçre, Fransa, Avusturya ve diğer Avrupa ülkeleridir. Balın yanı sıra propolis, arı sütü, polen ve balmumu gibi arı ürünleri de dünya ticaretinde yerini almaktadır (Eroğlu ve Yüksel, 2020). Türkiye'nin tüm illerinde arıcılık yapılmaktadır. Akdeniz kıyısında: sonbaharın sonundan ilkbahara kadar *Erica, Eriobotrya japonica, Prunus amygdalus, Citrus*; İlkbaharda dağlarda ve yaylarda: *Trifolium, Thymus, Astragalus ve Salvia officinalis*; Trakya bölgesinde: *Helianthus annuus*; Güney (Güneydoğu ve Doğu) bölgelerinde: *Gossypium*, arılar için en önemli nektar ve polen kaynağı olarak görülmektedir (Tamali ve Özkırım, 2019).

Solgajová ve ark. (2014)'nın yaptığı bir çalışmada farklı arı poleni türlerinin ve içeriğinin malt içeceklerin antioksidan özelliklerine etkisi, fenolik ve flavonoid profilleri incelenmiştir. Arı poleni ile zenginleştirilmiş tüm içeceklerin kontrol numunesi olan saf mayşeye göre daha yüksek polifenol, flavonoid içerik ve antioksidan potansiyeline sahip

olduğu bulunmuştur. Bu özellikler bakımından %0,6 daha fazla arı poleni ilavesi olan örnek dikkat çekmiştir.

Buğday unu yerine arı poleni kullanılarak zenginleştirilmiş kurabiyelerin duyusal, kimyasal ve teknolojik özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada (Solgajová ve ark., 2014) polen miktarı arttıkça kurabiyelerin kül içeriğinin ve indirgen şeker içeriğinin arttığı tespit edilmiş olup; en kabul edilebilir arı poleni ilavesinin %16 (kurabiye başına 1 g arı poleni) olduğu gözlemlenmiştir.

Propolis ve arı ekmeğiyle zenginleştirilmiş balın yüzey yanıt yöntemi metodolojisi (RSM) kullanılarak fonksiyonel özelliklerinin incelendiği bir çalışmada antioksidan özellikler hem arı ekmeği hem de propolis sergilerken, propolisin esas olarak antimikrobiyal özelliklerden sorumlu olduğu saptanmıştır (Kowalski ve Makarewicz, 2017).

Fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklere dayalı olarak arı poleni kullanılarak polifenol bakımından zengin süt tozunun yanıt yüzey metodolojisini kullanarak proses optimizasyonunun yapıldığı bir çalışmada (Thakur ve Nanda, 2019) arı poleni (%5–15), sıcaklık (20–30 ^{o}C) ve basınç (15–25 inHg) değerlerinde tutulmuştur. Çalışma sonunda polen ve basınçla birlikte toplam fenolik içerik artarken, polen ve sıcaklık ile çözünürlük ve kitle yoğunluğu azalmış, higroskopiklik polenle artmıştır.

Bir diğer çalışmada yoğurtlara öğütülmüş arı poleninin eklenmiş ve böylece daha yüksek in vitro antioksidan kapasite ve toplam fenolik içeriğe sahip yoğurt elde edilmiştir. Polen ilavesinin tadı, kokuyu, görünümü ve kohezyonu iyileştirdiği, gıda yüzeyi ve arayüz malzemesi güçlendiricisi olduğu sonucuna varılmıştır (Karabagias ve ark., 2018).

Bal; bitkilerin çiçeklerindeki nektar veya canlı kısımlarından bazı böceklerin çıkardığı tatlı salgıların bal arıları tarafından toplanıp, değişime uğratılarak petek gözlerine depolanmasıyla üretilen doğal bir arı ürünüdür. Eski çağlarda yaraları, böcek ısırıklarını, yanıkları ve cilt bozukluklarını tedavi etmek amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde ise enerji verici, astım, mide, dolaşım, solunum, kanser, tansiyon, damar hastalıklarını iyileştirmede destekleyici olarak kullanılmaktadır. Balın kaynağına ve içeriğinde

bulundurduğu maddelere bağlı olarak, antimikrobiyal, antitümoral, antienflamatuar, antioksidan, hepatoprotektif, öksürük, alerji, astım, boğaz ağrısı semptomlarını azaltıcı, ağrı kesici, antianemik, prebiyotik ve yara iyileştirici birçok özelliği bulunmaktadır (Karlıdağ ve Keskin, 2020). Balın kendine özgü özelliği olan düşük pH ve yüksek şeker içeriği mikroorganizmaların çoğalmasını ve hayatta kalmasını engellemektedir (Viuda ve ark., 2008).

Balın bulunduğu ortamdaki ani ısı değişimleri kristallenmeyi tetikleyen bir faktördür. Bal genel olarak oda ısısında kristalleşir. Balın 10 ^{o}C altında saklanması ya da ısıl işlem uygulanması kristalleşmeyi engeller ama balın besin değerlerinin azalmasına ve bunun yanında sağlık açısında zararlı olan HMF içeriğinin yükselmesine neden olur. *Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (Tebliğ No: 2020/7)*'ne göre balda en çok 40 mg/kg HMF olmalıdır (Sorucu, 2019).

Polen; insan beslenmesi için mükemmel bir besin takviyesi olarak kabul edilmekte olup piyasada farklı formlarda (granüller, kapsüller, tabletler, peletler ve tozlar) bulunabilir (Kosti´c ve ark., 2020). İşçi arılar tarafından koloninin arı sütü üretimi ve yavru yetiştiriciliğinde protein ihtiyacını gidermek amacıyla toplanmaktadır. Arılar için ana protein kaynağıdır (Karlıdağ ve Keskin, 2020). Protein, vitamin, mineral madde ve enzim bakımından çok zengin bir besindir (Sorucu, 2019). Arı poleninin, besleyici, antimikrobiyal, anti-mutajenik, antioksidan, anti-inflamatuvar, anti-aterosklerotik, hipolipidemik, hipoglisemik, fibrinolitik ve platelet aggregasyonunu inhibe edici etkileri gözlenmiştir (Sığ, 2019). Yapısında bulunan fenolik maddeler (gallik, kafeik, ferulik, klorogenik, kumarik asit) ve flavonoidler (kuarsetin, myrisetin, kamferol, galangin) nedeniyle doğal bir antioksidandır. Polenin aşırı ısıtılması (40 ^{o}C'den yüksek), hava alması ve ışıkta tutulması, arı salgılarının eksilmesi nedeniyle, değer kaybına neden olmaktadır (Altunatmaz ve Aksu, 2016).

Propolis kelimesi Yunancadan türetilmiştir, burada 'Pro' morfeminin 'önünde' veya 'girişte' anlamına gelir) ve 'polis' morfeminin kovan savunma maddesi anlamına gelen 'topluluk' veya 'şehir' anlamına gelir. M.Ö. 300'den beri insanlar tarafından geleneksel bir ilaç olarak kullanılıyordu (Anjum ve ark., 2019). Eski çağlarda ilk kez Yunanlılar

tarafından bulunmuş ve doğal antibiyotik olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yüksek antimikrobiyal etkiye sahiptir. Bu etki yapısındaki flavanoid, krizin, apigenin, quercetin, kaempferide, kaemperol-7,4-Dimethylether, pinochembrin, luteolin, isoferulik asit, Galangin vb. bileşiklerin aktivitesi sonucunda meydana gelmektedir (Bayrak, 2005). Rengi sarımsı yeşilden, kırmızı koyu kahverengiye kadar değişiklik gösterir ve farklı aromatik kokulara sahiptir. Propolisin yararlı etkileri yanında zararlı etkileri de bulunmaktadır. Hassas insanlarda alerjik reaksiyonlar sonucu vücudun değişik yerlerinde oluşan egzama, dermatitis, öksürük vb. semptomlar görülebilmektedir (Sorucu, 2019). Bal arılarının bitkilerin yaprak, gövde, tomurcuk gibi kısımlarından topladıkları bitki salgıları ve polen vb. maddeleri balmumu ve enzimler ile karıştırarak oluşturdukları 'arı tutkalı' olarak da adlandırılan doğal bir arı ürünüdür. Propolisin antimikrobiyal, antifungal ve antioksidan özellikleri vardır. Kozmetikten gıdaya oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Propolisin dokuları onarıcı, yaraları iyileştirici etkisi olmakla birlikte, sedef, egzama gibi cilt rahatsızlıklarında, romatizmal hastalıklarda kullanımları mevcuttur (Karlıdağ ve Keskin, 2020).

2.5.7. Chia tohumu

Chia *(Salvia hispanica L.), Lamiaceae* familyasına ait yıllık otsu bir bitkidir. Düşük su ihtiyacı nedeniyle dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde yetişebilir. Yüksek besin değeri ve sağlığı geliştirici etkileri nedeniyle giderek ilgi görmeye başlamış ve "fonksiyonel gıda" olarak kabul edilmiştir. Chia tohumu tüketiminin kolesterolemiyi azalttığı, glisemik ve insülinemik tepkileri düzenlediği, bağırsak fonksiyonunu iyileştirdiği ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu bir rol oynadığı gösterilmiştir (Tunçil ve Çelik, 2019). Tarihsel kayıtlar, chia tohumunun Maya ve Aztek uygarlıklarının ve Kolomb öncesi dönemde Orta Amerika'nın temel gıdalarından birisi olduğunu belirtmektedir. Çeşitlerine ve yetiştirilme koşullarına bağlı olarak kimyasal bileşimi, %15-20 arasında protein, %30-33 arasında yağ, %4-5 arasında kül, %26-41 arasında karbonhidrat ve %18-30 arasında lif içeriğinden oluşmaktadır. Chia tohumu tüketilmesiyle doygunluk hissini arttırır; kalp-damar, diyabet, dislipidemi riskini azaltır; ağrı kesici, antidepresan, laktasif ve bağışıklığı arttırıcı etkileri vardır (Özgören ve ark., 2018).

Son yıllarda yüksek oranda yağ, protein ve diyet lifi içeriğiyle "süper gıda" olarak popülerleşen bir tohum çeşidi olmuştur. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), chia tohumunu gıda katkı maddesi olarak değil, bir gıda olarak kabul ettiğini belirtmiştir (Erdoğdu ve Geçgel, 2019). Hiçbir toksik bileşen ve gluten içermemesi nedeniyle chia tohumu glutensiz diyetlerde tercih edilmiş, tüketimi sağlık yararları nedeniyle yıllar içinde artmıştır (Güzel ve ark., 2020). Yaklaşık 4 500 yıl önce Mezoamerika'da gıda ve ilaç olarak kullanılmıştır. Tohumları linolenik asit (%60) ve linoleik asitçe (%20) zengindir. Yüksek düzeyde protein içerir. Mineral ve vitaminler bakımından büyük bir kaynaktır. Antioksidan, antienflamatuar, hipoglisemik ve hipolipidemik aktivite gösterir (Ayaşan ve Ayaşan, 2020). Chia tohumu, ağırlığının 12 katı daha fazla suyu çekerek müsilaj oluşturabilecek polisakkarit yapısına sahip olması nedeniyle oluşturduğu jel hem emülsifiyer hem de su tutucu özelliktedir. Bu nedenle fırınlamış ürünlerde, yumurta ve yağ yerine chia tohumu kullanılabilmektedir. Chia tohumu ve yağı, Amerika, Kanada, Çin, Avusturya, Yeni Zelanda ve Meksika'da yaygın olarak kahvaltılık gevreklere, tatlılara, içeceklere, ekmeklere, bisküvilere ve krakerlere vb. birçok gıdanın içerisine eklenebilmektedir (Yurt ve Gezer, 2018). Su tutma kapasitesi ve viskozitesinin bir sonucu olarak gıdalarda emülgatör olarak kullanılabilir. Chia tohumlarından alınan müsilaj, polisakkarit bazlı biyopolimerlerin iyi bir kaynağıdır ve yenilebilir filmler ve kaplamalar üretebilir (Arda ve ark., 2020).

2.5.8. Badem

Badem, *Rosaceae* familyası *Prunoideae* alt familyasının *Amygdalus* cinsi içerisinde yer almaktadır (Gök ve ark., 2020; Şimşek ve ark., 2010). Anadolu'nun en eski meyve türlerinden birisi olmakla birlikte yakın zamana kadar önem arz etmemiştir, ancak son yıllarda ülkemizde üretimi artmıştır (Yıldız ve Perdahçı, 2019). FAO verilerine göre 2020 yılında 2162263 dekametrekare alanda badem hasat edilmiştir (FAO,2020). Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yayımladığı Tarım Ürünleri Piyasa Raporu'na göre 2020/21 üretim sezonunda dünya genelinde 1696 bin ton badem üretimi gerçekleştirilmiştir (Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü/TEPGE, 2021).

Vitamin ve mineral bakımından açısından zengin bir kaynaktır. Gıda sektöründe çerez, şekerleme, çikolata, pastalarda; kozmetik ve ilaç sektöründe ise badem yağı olarak kullanılmaktadır (Aydoğdu, 2020). Sert kabuklu meyve türleri içerisinde en yüksek protein içeriğine sahiptir. Kolesterol içermez, kötü huylu kolesterolü (LDL) düşürüp iyi huylu kolesterolü (HDL) yükselttiği, kolon ve akciğer kanseri riskini azalttığı tespit edilmiştir. Badem E vitamini ve antioksidanlar bakımından zengindir. Kalp krizi riskini azalttığı, kemikleri güçlendirdiği, tümör hücrelerinin gelişimini engellediği, baş, böbrek ve karaciğer ağrılarını azalttığı ve cilt hastalıklarına iyi geldiği belirtilmektedir (Gülsoy ve Balta, 2014).

2.5.9. Fındık

Fındık *(Corylus avellana L.) Betulaceae* familyasına aittir. Fındık dünya çapında tanınmış bir ağaç yemişidir. Ağırlıklı olarak Türkiye, İtalya, İspanya, ABD, Portekiz ve Fransa'da üretilirken, Azerbaycan, Gürcistan, Avustralya, Yeni Zelanda, Çin, Şili ve İran gibi diğer ülkelerde de yetiştirilmektedir (Özenç ve Özenç, 2014). Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nde özellikle Trabzon, Ordu, Giresun'da fındık yetiştirilmektedir (Keskin ve Gürsoy, 2019).

2020 yılında fındık üretim alanı 7,3 milyon da'dır. Ordu 2,3 milyon da ile en fazla fındık üretim alanına sahip ildir. Türkiye'de 2020 yılında fındık üretim miktarı 665 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Ordu ili 197 bin ton ile ilk sırada yer almaktadır (TEPGE, 2021). TÜİK verilerine göre 2021 yılında Fındık üretimi 684 bin ton olarak gerçekleşmiştir. 2022 yılı bitkisel üretim tahminlerine göre fındık üretiminin %3,1 oranında artacağı öngörülmüştür (TÜİK, 2022). FAO verilerine göre 2020 yılında dünya genelinde 1015216 dekametrekare alanda fındık hasat edilmiştir ve 665 bin ton üretim ile Türkiye ilk sırada yer almıştır (FAO, 2020).

Fındık bitkisi, iklimin ılıman olduğu kesimlerde bodur kalmış ağaç olarak nitelendirilmektedir. Zengin bir içeriğe sahip olmasından dolayı hem besleyici hem de insan sağlığına birçok faydası bulunmaktadır (Özyurt ve ark., 2020). Protein, yağ, karbonhidrat, vitamin, mineral, diyet lifi, tokoferol, fitosterol ve fenolik bileşikler

açısından zengindir (Keskin ve Gürsoy, 2019). Fındık ve fındık yağının içeriğindeki antioksidan ve fitokimyasal maddeler, serbest radikallerin hücre tahribatını önleyerek ve vücut direncini arttırarak, diyabet gibi birçok kronik hastalığın gelişimini engelleyici bir etkiye sahiptir (Kırca ve ark., 2018).

2.5.10. Tarçın

Cinnamomum verum defnegiller *(Lauraceae)* ailesine ait yaprak dökmeyen, kendine has kokusu olan bir ağaçtır. Tarçın kabuğu, toz formları raf ömrünü arttırmak için ve gıdalarda baharat ve esans olarak kullanılmaktadır. Tarçın yağı barındırdığı uçucu bileşenler sebebiyle antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuar, vazodilatör, antitrombotik, antiülseratif, antialerjik ve antibakteriyel, lezzet arttırıcı, büyüme destekleyici ve sindirim sistemi düzenleyici etkiler göstermektedir (Günaydın, 2015; Kesbiç, 2019). FAO verilerine göre 2020 yılında dünya genelinde 277660 dekametrekare alanda tarçın üretimi için ağaç bulunmaktadır (FAO, 2020).

2.5.11. Elma

Elma *(Malus domestica L.) Rosales* takımının *Rosaccea* familyasına, *Pomoidea* alt familyasına ve Malus cinsine ait bir meyve türüdür (Bulantekin ve Kuşçu, 2016).

FAO verilerine göre 2020 yılında dünya genelinde 4622366 dekametrekarelik alanda elma hasatı gerçekleşmiştir (FAO, 2020). TÜİK verilerine göre 2021 yılında elma üretimi sayılarına elma cinslerine göre bakıldığında 1091226 ton golden cinsi elma, 1698067 ton Starking cinsi elma, 242251 ton Amasya elması, 184709 ton Granny Smith cinsi elma, 1277011 ton ise diğer elma cinslerinin üretimi gerçekleşmiştir. 2021 yılında bir önceki yıla göre elma üretimi %19,32 oranında artış göstermiştir. 2022 yılı bitkisel üretim tahminlerine göre ise %4,5 oranında bir artış beklenmektedir (TÜİK, 2022).
Elma beynin, kalbin ve midenin güçlenmesine yardımcı olmaktadır. Eklem ağrısı ve esneklik tedavisinde kullanılır. Kusmayı önleyicidir, nefes darlığına ve karaciğere iyi gelir, kanı toksinlerden arındırır, kalp kasını güçlendirir ve karın protezlerini öldürür. Hücre beslenmesi ve gelişimi, kemik güçlendirme ve nöronal rejenerasyon açısından

daha zengin olan, vücuttaki önemli bir detoksifikasyon, virüs, bakteri ve mikrop kaynağıdır. A, B, C vitaminleri ve şekerli maddeler, protein, yağlı maddeler, organik asitler ve potasyum, kalsiyum, sodyum ve diğerleri gibi mineral tuzlar açısından zengindir (Al-Shawwa, 2019).

2.5.12. Vanilya

Vanilya (*Vanilla planifolia*) tırmanıcı tropik orkide ailesine dahil olan ve cinsleri arasında yenilebilir meyve üretebilen tek türdür (Deveci ve ark., 2016). FAO verilerine göre 2020 yılında 95411 dekametrekare alanda vanilya elde edilmiştir (FAO, 2020). Vanilyanın parfüm ve ilaç endüstrilerinde kullanımı mevcuttur. Gıdalarda ise genelde dondurma, sütlü tatlılar, şekerleme, pasta ve kekler yapımında kullanılmaktadır. Ateş düşürücü, mide ve kas spazmlarını giderici, kadınların regl dönemlerinde ağrı yatıştırıcı, duygu bozukluklarının tedavisinde, kadınlar tarafından yüzlerindeki gençlik pigmentlerini ortaya çıkarmak için ve teskin edici özelliğinden dolayı sakinleştirici olarak kullanılmaktadır (Deveci ve ark., 2016). Vanilya (*Vanilya planifolia A.*), gıda, içecek, gazlı içecekler, eczacılık, tütün kozmetikleri ve geleneksel el sanatları gibi birçok endüstride yaygın olarak kullanılan önemli bir doğal tattır (Medina ve ark., 2009). Vanilya aromasının ana bileşeni vanilindir (etil vanilin ve doğal vanilya özü). Vanilya planifolia bitkisinin meyvesinde doğada bulunur, ancak sentetik olarak da üretilebilir, etil vanilin elde edilir (Jedlinska, 2018). Son raporlar, vanilinin önceden pişirilmiş kurutulmuş tahıl gevreklerinin kalitesini iyileştiren bir antioksidan görevi görebildiğini ve sıçan karaciğerinde protein oksidasyonu ve lipid peroksidasyonuna karşı önemli bir koruma sağladığını göstermiştir (Rasoamandrary ve ark., 2013).

Bitkilerden hasat edilen yeşil vanilya çekirdekleri esasen kokusuzdur ve tadı yoktur. Kimyasal ve enzimatik reaksiyonların, farklı son ürünlerin kendine özgü lezzet ve aroma profillerini üretir; olgunlaşma, kurutma ve koşullandırma süreci sırasında gerçekleşir. Vanilya özütünün antioksidan, antienflamatuvar, yapışmayı önleyici, antimikrobiyal ve hipolipidemik özellikleri vardır (Keith ve ark., 2020). Ekmeklerde, keklerde, kurabiyelerde, şekerlemelerde, yoğurtlarda, pudinglerde, kremalarda, çikolatalarda, dondurmalarda ve peynirlerde kullanımı görülmektedir (Jedlinska, 2018).

2.5.13. Tuz

Tuz insanlığın ilk çağlarından beri gıdanın lezzetini ve dayanıklılığını artırmak için kullanılmaktadır. Su aktivitesi (aw) içeriğini çeşitli bakteri türlerinin büyümesi için gerekenin altına düşürerek bir koruyucu görevi görür. Yaklaşık 5000 yıl önce Çinliler, et veya balığın tuzlu solüsyonlarda ıslatılmasının uzun süre korumaya izin verdiğini ve daha sonra bu tekniğin çok çeşitli yiyecekleri korumak için kullanıldığını belirtmişlerdir. Tuzun gıda üretiminde önemi, korumadaki rollerinden ve lezzet, doku ve renge katkılarından kaynaklanmaktadır (Akgün ve ark., 2018; Durack ve ark., 2008). Saf hâldeyken %40 sodyum ve %60 klorür iyonlarından oluşmaktadır. Sodyum organizmada; elektrolit, sıvı, asit-baz dengesinin sağlanması, normal kas hareketlerinin sürdürülmesi, sinirlerin uyarılması, kan basıncının düzenlenmesi gibi önemli işlevleri olan bir mineraldir. Kimya endüstrisinde, sodyum bikarbonat (kabartma tozu), sodyum hidroksit (kostik soda), hidroklorik asit, klor ve diğer birçok kimyasalın üretiminde tuz gereklidir (Ralston ve ark., 2020).

2.6. Yanıt Yüzey Metodu (RSM- Response Surface Methodology)

Yanıt Yüzey Yöntemi (Response Surface Method-RSM) istatistiksel temellere dayanan bir yöntemdir. İlk olarak Box ve Wilson tarafından sunulmuştur. İlgilenilen çıktının değişkenler tarafından etkilendiği bir yöntem olup, amaç bu çıktıyı optimize etmek, problemleri modellemek ve analiz etmektir (Ergül ve ark., 2019). Deneysel tasarımın en önemli ve pratik kategorilerinden biridir (Shojaeimehr ve ark., 2018). Çok sayıda parametrenin sonuç üzerine etkili olduğu sistemler için, parametrelerin birbiri üzerine etkilerini ortaya koymak üzere geliştirilmiş olan istatistikî yöntemler, deney tasarımı ve sonuçların yorumlanması için kullanılmaktadır (Öney ve Samanlı, 2017).

Kullandığı tasarım yaklaşımları ile daha az sayıda deney yaparak çok sayıda değişkeni ve bu değişkenler arasındaki etkileşimleri değerlendirerek optimum koşulların belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu yönüyle birçok bilim dalında kullanıldığı gibi gıda endüstrisindeki süreçlerin optimizasyonunda (Yoğurtçu, 2019), yeni ürünlerin tasarımı, geliştirilmesi ve formülasyonunun yanı sıra mevcut ürün tasarımının iyileştirilmesinde kullanılır. Bağımsız değişkenlerin tek başına veya kombinasyon

halinde süreçler üzerindeki etkisini tanımlar. Ek olarak, bağımsız değişkenlerin etkilerini analiz etmek için, bu deneysel metodoloji, kimyasal veya biyokimyasal süreçleri tanımlayan matematiksel bir model üretir. Bir değişken için optimum değerler elde edilmesini sağlar (Samani ve ark., 2017).

Çoğu mühendislik optimizasyon problemlerinin çözümünü etkileyen çok sayıda değişken vardır. Bir yandan bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle bu mühendislik problemlerinin modelinin hesaplanması gittikçe karmaşık hale gelmiştir. RSM, matematiksel ve istatistiksel yöntemleri birleştirir. RSM'nin temel fikri, açık ifadelerle yaklaşık olarak bir polinom işlevini yapılandırarak örtük işlevi ifade etmektir (Shudong ve ark., 2020).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışması için kullanılan hammaddeler Bursa ili piyasasından temin edilmiş olup aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Karabuğday: Çalışmada "Bursa Macro Center" firmasından temin edilen "Gluno Glutensiz Çiğ Karabuğday" kullanılmıştır. Karabuğday tohumları kavrulmamış ve ısıl işlem görmemiştir. Filizlendirmeye uygundur. Üretimi tamamen glutensiz ürünlerin işlendiği ortamda gerçekleştirilmiştir.

Yulaf: Bursa ili tahıl pazarından yulaf ezmesi şeklinde temin edilmiştir.

Badem: Bursa ili kuruyemiş pazarından temin edilmiştir. Kullanılan bademler kavrulmamıştır. Proses sürecine kadar 25 ^{o}C'de hava almayacak şekilde muhafaza edilmiştir.

Fındık: Bursa ili kuruyemiş pazarından iç fındık olarak temin edilmiştir. Kullanılan fındıklar kavrulmamıştır. Proses sürecine kadar 25 ^{o}C'de hava almayacak şekilde muhafaza edilmiştir.

Portakal Kurusu: Kullanılan portakallar Bursa'nın Mustafakemalpaşa ilçesinden temin edilmiş olup kurutma firması olan **"**Mert Gıda Üretim ve Pazarlama Tic." tarafından tepsili sistemde 10 katlı fırında 2 kademe ısı uygulanarak kurutulmuştur. Kurutmanın 1. kademesinde ürüne göre 75-85 ^{o}C arasında bir sıcaklık uygulanmıştır. Portakallar daha sonra karıştırılarak 60-75 ^{o}C' de 2. kademeye aktarılmıştır. Burada 4 saat ısıl işlem uygulanarak son ürün nemi %4-5' oranlarına düşürülmüştür. Kurutulmuş portakallar proses sürecine kadar 25 ^{o}C'de kuru bir ortamda muhafaza edilmiştir.

Kurutulmuş İncir: "Bursa Macro Center" firmasından temin edilen "Quru" markasının kurutulmuş incirleri kullanılmıştır. Mevsiminde yetişen incirler güneş görmeyen, patentli,

kapalı bir sistemde kurutulmuştur. İlave şeker, tuz, kükürt ya da benzeri katkı maddesi içermediği belirtilmiştir. Kurutulmuş incirler proses sürecine kadar paketli bir şekilde 25 ^{o}C'de kuru bir ortamda muhafaza edilmiştir.

Kurutulmuş Çilek: Kullanılan çilekler Bursa'nın dağ köylerinden temin edilmiş olup kurutma firması olan" Mert Gıda Üretim ve Pazarlama Tic." tarafından tepsili sistemde 10 katlı fırında 2 kademe ısı uygulanarak kurutulmuştur. Kurutmanın 1. kademesinde ürüne göre 75-85 ^{o}C arasında bir sıcaklık uygulanmıştır. Çilekler daha sonra karıştırılarak 60-75^{o} C' de 2. kademeye aktarılıştır. Burada 4 saat ısıl işlem uygulanarak son ürün nemi %4-5' oranlarına düşürülmüştür. Kurutulmuş çilekler proses sürecine kadar 25 ^{o}C'de kuru bir ortamda muhafaza edilmiştir.

Polen: Çalışmada kullanılan polenler Bursa ilindeki "Civan Arıcılık" firmasından kuru yerli polen olarak temin edilmiştir. Proses sürecine kadar 25 ^{o}C'de kuru bir ortamda muhafaza edilmiştir.

Propolis: Çalışmada kullanılan polenler Bursa ilindeki "Civan Arıcılık" firmasından alkolde çözülmüş olarak temin edilmiştir. Proses sürecine kadar 25 ^{o}C'de kuru bir ortamda muhafaza edilmiştir.

Bal: TS 3036 (TSE, 2010) Bal Standardına uygun olan çam balı kullanılmış olup, Muğla'nın Marmaris ilçesinden temin edilmiş olup tatlandırıcı olarak kullanılmıştır.

Chia Tohumu: Bursa ili piyasasından temin edilmiş olup, elma suyu konsantresi ile çirişlendirilerek kıvam arttırıcı olarak kullanılmıştır.

Tarçın: TS 2291/T1 (TSE, 2015) Tarçın Standardına uygun özellikteki piyasadan temin edilen toz tarçın tatlandırıcı olarak kullanılmıştır.

Vanilya: TS 4107 (TSE, 2008) Vanilya (Şekerli) Standardına uygun özellikteki piyasadan temin edilen vanilya tatlandırıcı olarak kullanılmıştır.

Elma Suyu Konsantresi: Piyasadan temin edilen "Doal Meyveden Şeker" markasının elma suyu konsantresi kullanılmıştır. Proses süresine kadar +4 ^{o}C'de serin bir yerde muhafaza edilmiştir. Chia tohumunun çirişlenmesi sırasında tat ve aromaya katkı sağlamak amacıyla kullanılmıştır.

Tuz: Piyasadan temin edilen TS 933 (TSE, 2003) Yemeklik Tuz Standardına uygun özelikteki rafine tuz kullanılmıştır.

Yapılan ön denemeler ile içerikte yer alan hammaddelerin oranları ve proses koşulları belirlenmiştir. Üretimi gerçekleştirilen granola barların duyusal ve fiziksel analizleri gerçekleştirilmiş ve kalan numuneler kodlanarak yapılması planlanmış kimyasal analizleri gerçekleştirilene kadar polietilen poşetlerde vakumlanarak -20 ^{o}C muhafaza edilmiştir. Granola bar formülasyonunda kullanılan hammaddeler Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Granola bar formülasyonunda kullanılan hammaddeler (a) çiğ karabuğday,(b) yulaf, (c) arı poleni, (d) propolis, (e) chia tohumu, (f) vanilya, (g) badem, (h) fındık, (ı) tarçın, (i) tuz, (j) elma suyu konsantresi, (k) bal, (l) kuru çilek, (m) kuru portakal, (n) kuru incir

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseninin oluşturulması

Bu tez çalışması kapsamında granola bar formülasyonunun ve üretiminin optimizasyonu için Yanıt Yüzey Yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla, pişirme sıcaklığı (ºC), karabuğday yulaf oranı (%) ve karabuğday filizlendirme süresi (gün) üç bağımsız değişken olarak belirlenmiştir ve bu değişkenlere ait belirlenen 3 seviyeli (düşük, orta ve yüksek şeklinde -1, 0 ve +1 olarak kodlanmıştır) Box-Behnken deney deseni Design Expert Version 13.0 programı ile hazırlanmıştır (Çizelge 3.1). Her bir koşul 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla toplam da 36 adet pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.2). Deneme deseninde değişkenlere ait sınır koşulları ön denemeler ile belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Bağımsız değişkenlere ait sınır ve seviye değerleri

Değişkenler	Kodlama seviyeleri gerçek değerler		
	-1	**0**	**+1**
Pişirme Sıcaklığı, ºC (X_1)	*160*	*180*	*200*
Karabuğday: Yulaf Oranı (%) (X_2)	*25:75*	*50:50*	*100:0*
Karabuğday Filizlendirme Süresi (gün) (X_3)	*0 gün*	*1 gün*	*2 gün*

Çizelge 3.2. 3 faktörlü Box-Behnken deneme deseni

	Kodlu değişkenler			**Kodsuz değişkenler**		
Deney No	X_1	X_2	X_3	X_1 (ºC)	X_2 (%)	X_3 (gün)
1	0	+1	+1	180	100	2 gün
2	0	0	0	180	75	1 gün
3	+1	+1	0	200	75	2 gün
4	+1	0	-1	200	75	0 gün
5	-1	0	+1	160	75	2 gün
6	0	+1	-1	180	100	0 gün
7	+1	-1	0	200	25	1 gün
8	0	-1	+1	180	25	2 gün
9	-1	+1	0	160	100	1 gün

Çizelge 3.2. 3 faktörlü Box-Behnken deneme deseni (devam)

	Kodlu değişkenler			Kodsuz değişkenler		
Deney No	**X_1**	**X_2**	**X_3**	X_1 (ºC)	X_2 (%)	X_3 (gün)
10	+1	+1	0	200	100	1 gün
11	-1	0	-1	160	75	0 gün
12	-1	-1	0	160	25	1 gün
13	0	-1	-1	180	25	0 gün
14	0	0	0	180	75	1 gün
15	0	0	0	180	75	1 gün

Bağımsız değişkenlerin yanıtlar üzerindeki etkilerinin yorumlanmasında kullanılan kontür ve pertürbasyon grafikleri matematiksel olarak elde edilen modeli destekleyici niteliktedir. Bu grafikler formülasyon halinde verilen matematiksel modelin grafiksel olarak yorumlanmasını sağlamaktadır.

3.2.2. Granola bar üretimi

Granola bar formülasyonunda kullanılan hammadde miktarları karabuğday ve yulaf dışında sabit olup, optimizasyon bağımsız değişkenlerinden biri olan karabuğday-yulaf oranı kendi içerisinde %25, %50 ve %75 olacak şekilde değişkenlik göstermiştir. Şekil 3.2.'de görüldüğü üzere karabuğdaylar düz bir zemine yayılmış (a), üzerleri kuru bir peçete ile örtülerek su püskürtmek vasıtasıyla nemlendirilmiştir (b). Tohumlar oda ısısında tutulmuş (25ºC), su püskürtme işlemi filizlendirme süreleri boyunca tohumlar kurudukça tekrarlanmıştır (c).



(a) (b) (c)

Şekil 3.2. Karabuğday tohumlarının filizlendirilmesi

Filizlendirme süresinin 1. gününde filiz boyları ortalama 0,3 cm, filizlendirmenin 2. gününde ise ortalama 1,2 cm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.3.).



(a) (b) (c)

Şekil 3.3. Filizlendirmenin 1. ve 2. gününde filiz boyları; (a) 1. gün, (b) 2. gün, (c) bir arada görünüm

Çizelge 3.2'deki deneme deseninde belirtilen formülasyonlar 1 kg'lık ürünler elde edilecek şekilde uygulanmıştır. 1 kg'lık üretime göre emülgatör olarak kullanılan chia tohumunun çirişlendirilmesi sürecinde 30 gram chia tohumunu çirişlendirmek için 50 gram elma suyu konsantresi ve 60 gram su kullanılmıştır (Çizelge 3.3). Chia tohumu kendinden 12 kat su tutma kapasitesi olduğu için (Yurt ve Gezer, 2018) su ve elma suyu konsantresi ilavesi ile 5 dakika boyunca karıştırılması jelimsi bir kıvam almasını sağlamıştır. Böylece granola bardaki hammaddeleri bağlayarak bir arada tutulması sağlanmıştır.

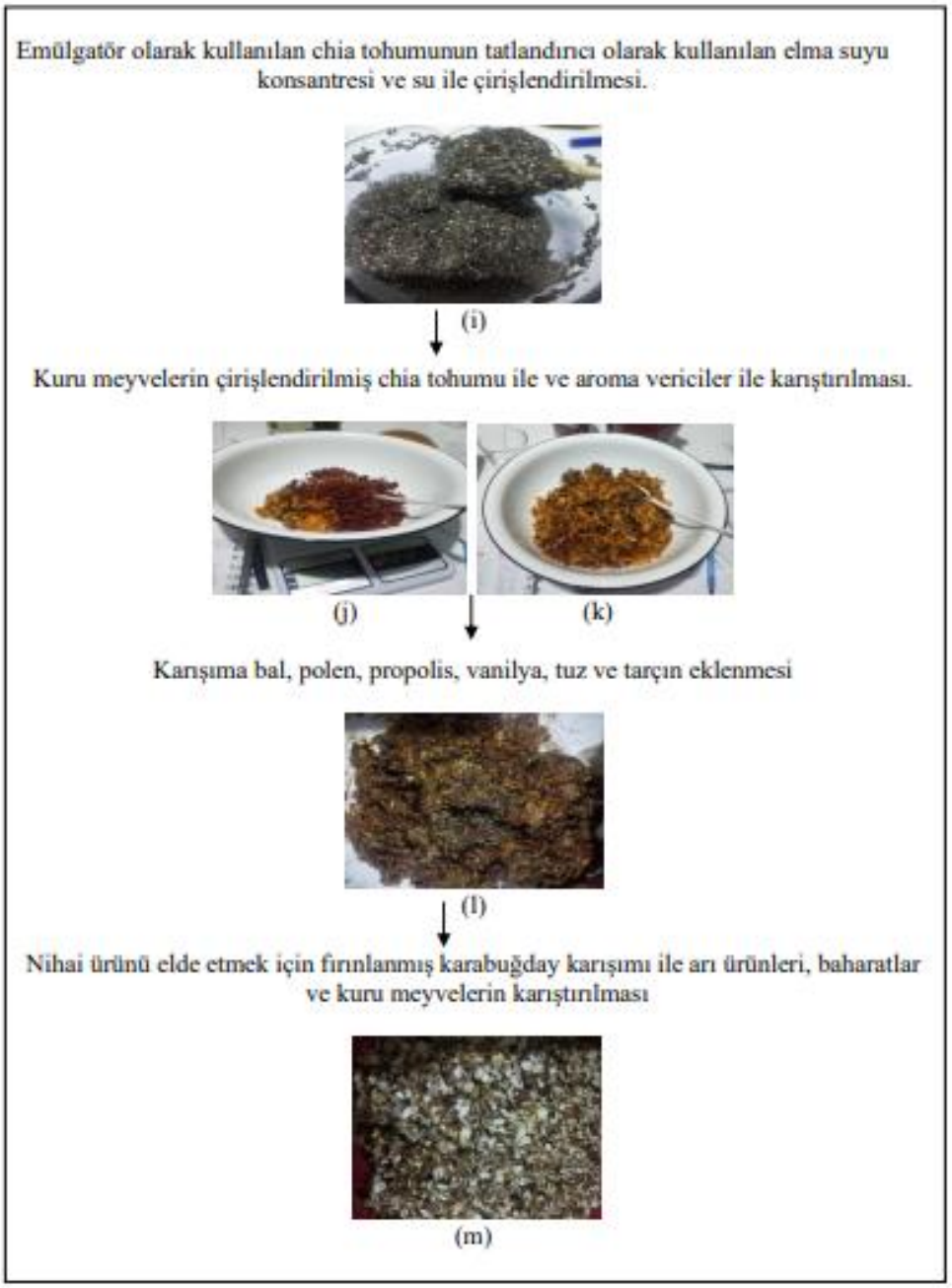
Çizelge 3.3. Granola bar formülasyonunda kullanılan hammaddeler

Hammadde	*Kategori*	*Kullanılan Miktar (%)*
Karabuğday	*Tahıl / Tahıl benzeri grubu*	*%10.5 - %21 - %31.5*
Yulaf		*%31.5 - %21 -%10.5*
Polen	*Arı Ürünleri*	*% 5*
Propolis		*% 0.5*
Bal	*Bağlayıcı / Tatlandırıcı*	*% 5*
Chia Tohumu		*% 3*
Elma Suyu Konsantresi		*% 5*
Badem	*Kuruyemiş*	*% 9*
Fındık		*% 9*
Siyah İncir Kurusu	*Kuru Meyve*	*% 6*
Portakal Kurusu		*% 3*
Dağ Çileği Kurusu		*% 4*
Su	*Baharat vd.*	*% 6*
Tarçın		*% 1*
Tuz		*% 0.5*
Vanilya		*% 1*

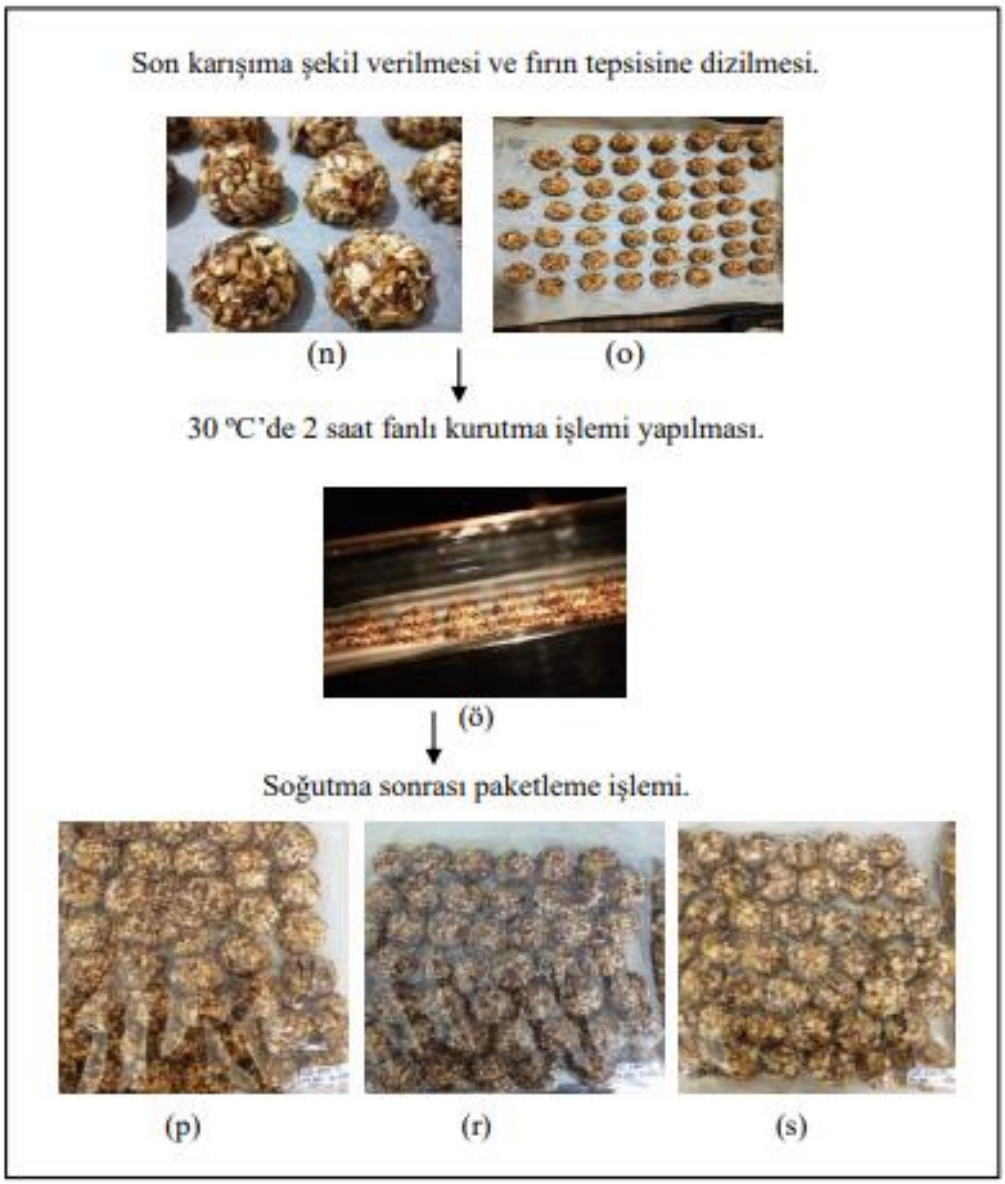
Granola barının eldesi için ilgili proses basamakları Şekil 3.4, 3.5. ve 3.6. 'da verilmiştir;



Şekil 3.4. Granola bar akış şeması ön hazırlık aşaması; (a), (b) filizlendirilmiş karabuğday; (c) boyutları küçültülmüş badem, (d) boyutları küçültülmüş fındık, (e), (f) yulaf ve kuruyemişlerle karışmış filizlendirilmiş karabuğday, (g) boyutları küçültülmüş kuru incir, (h) boyutları küçültülmüş kuru çilek, (ı) boyutları küçültülmüş kuru portakal



Şekil 3.5. Granola bar akış şeması hammaddelerin bir araya getirilmesi; (i) su ve elma suyu konsantresi ile çirişlendirilmiş chia tohumu, (j), (k) çirişlendirilmiş chia tohumu ile karıştırılan kuru meyve ve aroma vericiler, (l) Bal, polen, propolis, tuz ve tarçın eklenmiş karışım, (m) tüm ürünlerin karıştırılması.



Şekil 3.6. Granola bar akış şeması pişirme ve paketleme işlemi; (n), (o), şekil verilip fırın tepsisine dizilen granola barlar, (ö) granola barların fırında pişirilmesi işlemi, (p), (r), (s) paketlenen granola barlar.

4. ANALİZ METOTLARI

4.1. Fiziksel Analizler

Fiziksel analizler kapsamında granola barın nem, su aktivitesi, tekstür ve renk analizleri yapılmıştır.

4.1.1. Nem Analizi

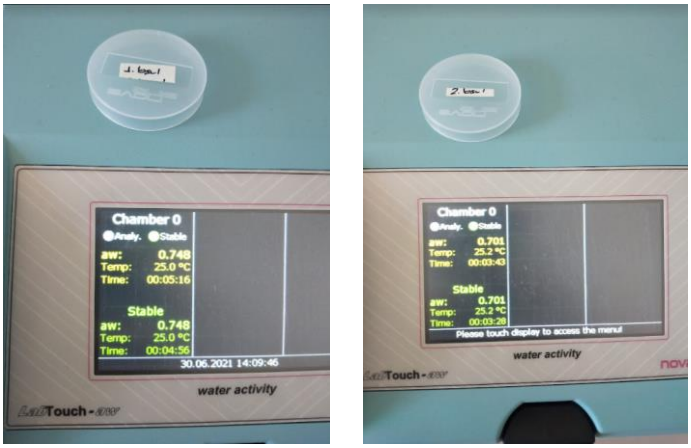
Başlangıç nem içeriği nem tayin cihazı (Sartorius MA, Türkiye) kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 4.1). Kurutmada son nem içeriği başlangıç nem miktarına göre matematiksel olarak hesaplanmıştır ve % olarak sonuç elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Nem tayini

4.1.2. Su Aktivitesi Analizi

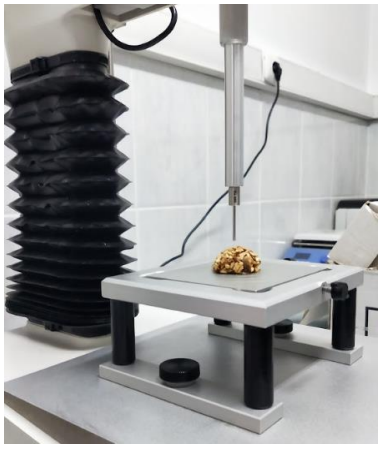
Deneme desenine göre hazırlanan granola bar örneklerinin su aktivitesi Novasina Lab Touch-aw Su Aktivitesi Ölçüm Cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Su aktivitesi tayini

4.1.3. Tekstürel Analiz

Barların kurutulmasından 24 saat sonra tekstür analizi yapılmıştır. Bu kapsamda sertlik (hardness) ve kırılganlık (fracturability) değerlerinin ölçülmesi amacı ile 50 kg'lık yük hücresiyle donatılmış bir tekstür analiz cihazı (TA-XT PLUS, Stable Microsystems, İngiltere) kullanılmış (Şekil 4.3), sonuçlar g.sec cinsinden ifade edilmiştir. Barların sertliği, barları bükmek için gereken maksimum tepe kuvveti ile gösterilir. Her test için bir kuvvet / penetrasyon grafiği çizilmiştir (Sahan ve ark., 2013).



Şekil 4.3. Tekstürel analiz uygulaması

4.1.4. Renk Analizi

Karabuğday granola barının L* (aydınlık derecesi-koyuluk/açıklık; 0=siyah, 100=beyaz), +a* (kırmızılık-yeşillik), +b* (sarılık-mavilik), hue açısı ve croma renk değerleri Konica Minolta CM 5 CR 5 serisi renk ölçer ile belirlenmiştir (Şekil 4.4). Her örneğin dört farklı noktasından ölçüm yapılıp ortalaması alınmıştır. C* kroma (renk doygunluğu), 0 (donuk) ile 60 (canlı) arasında değişmektedir. Hº (rengin ton açısı) değerlerinin 0º, 90º,180º, 270º ve 360º olması sırasıyla; kırmızı, sarı, yeşil, mavi ve kırmızı rengi tanımlamaktadır.



Şekil 4.4. Renk analizi ölçümü

4.2. Spektrofotomekrik Analizler

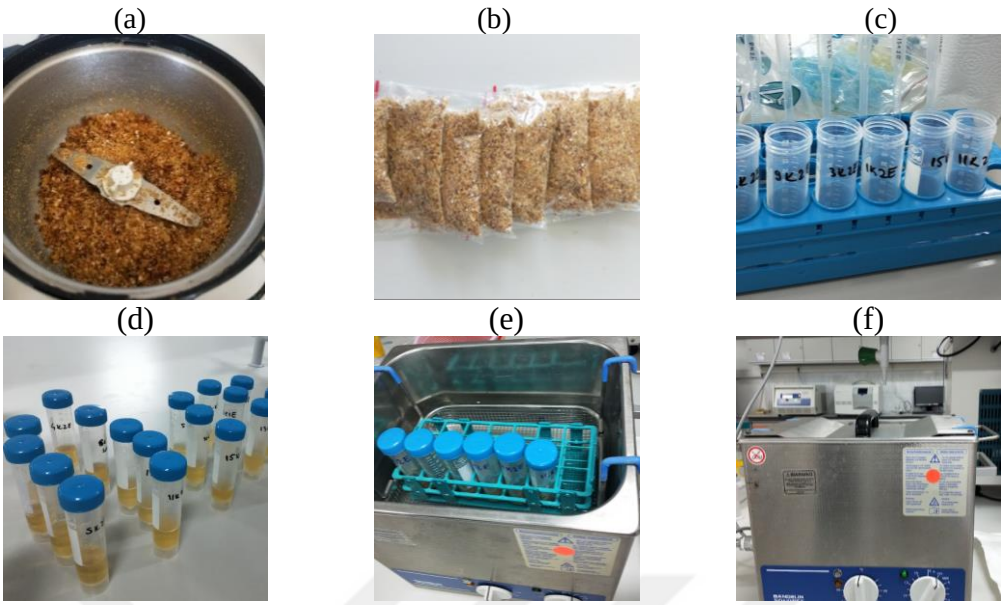
Bitkisel kaynaklı gıda ürünlerindeki antioksidanların çok çeşitli kimyasal yapıda ve matriks içerisinde karmaşık bir kompozisyonda olmaları, bu bileşenlerin her birinin matriksten ayrıştırılarak bireysel miktar ve kapasite ölçümlerinin yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, gıda ürünlerinin antioksidan potansiyelleri ve buna bağlı olarak gösterdikleri olumlu sağlık etkileri hakkında fikir sahibi olunabilmesi için, bu kompleks yapılardaki antioksidan maddelerin bir bütün halinde ortaya koydukları toplam antioksidan etkinin, çeşitli standart metotlar ile, belirlenmesi daha anlamlı olmakta ve öncelikli olarak önem taşımaktadır (Apak ve ark., 2007). Gıdalarda toplam antioksidan madde miktarlarını belirlemeye yönelik metotlar, ürün karşılaştırması yapılmasını ve

ürünler arasındaki farklılıkların daha hızlı bir şekilde ortaya konmasını da mümkün kılmaktadır (Apak ve ark, 2007; Dai ve Luo, 1996).

Numunelerin toplam antioksidan kapasite tayini için 3 farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler, CUPRAC (Bakır İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi) (Apak ve ark., 2004). DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (Kumaran ve Karunakaran, 2006) ve FRAP (Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç) (Benzie ve Strain, 1996) belirlenmiştir.

4.2.1. Analizler İçin Kimyasal Özütleme

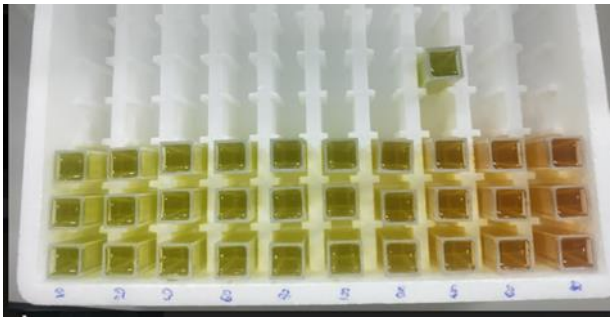
Spektrofotometrik analizler için öncelikle literatürde yer alan özütleme yöntemleri incelenmiştir. Yapılan literatür araştırmasında bioaktif maddelerin özütlenmesinde yaygın olarak kullanılan çözgenler arasında metanol/su karışımı, formik asit ve hidroklorik asidin özütleme çözgenine ilavesi, etanol-su ve aseton-asetik asit vb. olduğu görülmüştür (Çapanoğlu ve ark., 2013; Kamiloglu ve Çapanoğlu, 2013). Ön denemeler ile granola barların özütlenmesi için metanol-su karışımına formik asit ilavesinin (%75 metanol-%0,1 formik asit) uygun olduğuna karar verilmiştir. Öğütücü (Premier, 170W PRG 266, Türkiye) ile öğütülmüş granola bar örnekleri seramik havanda homojenize edilmiş ve konik falkon tüplerine 2.00 ± 0.01 g hassas terazide tartılmış (Mettler Toledo, MS3002S), üzerine 20 mL çözgen (%75 metanol-%0,1 formik asit) ilavesi yapılmış ve ultrasonik banyoda (Bandelin Sonorex R K512 H) 15 dk. boyunca özütleme etkinliğinin gerçekleşmesi için bekletilmiştir. Daha sonra 4 °C'de, 3500 RPM ve 1342 RFC'de 10 dk santrifüj işlemi gerçekleştirilerek pasteur pipeti ile üst faz toplanmıştır. 3 defa bu işlem gerçekleştirilmiş ve 3 ektraksiyondan toplanan sıvı filtre kâğıdı ile temiz bir falkon tüpüne süzülerek tortularından tamamen arındırılmıştır. İlgili kodlamalar yapılarak özütlenen sıvılar analizlere kadar -20 °C'de saklanmıştır. Granola barın özütleme süreci ile ilgili görseller Şekil 4.5.'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Örneklerin özütlenmesi; (a) öğütme (b) kilitli poşetlerde numunelerin muhafazası (c) özütleme için numune tartımı (d) çözgen ilavesi (e-f) ultrasonik banyoda bekletme

4.2.2. CUPRAC metodu (Cupric İon Reducing Antioxidant Capacity)

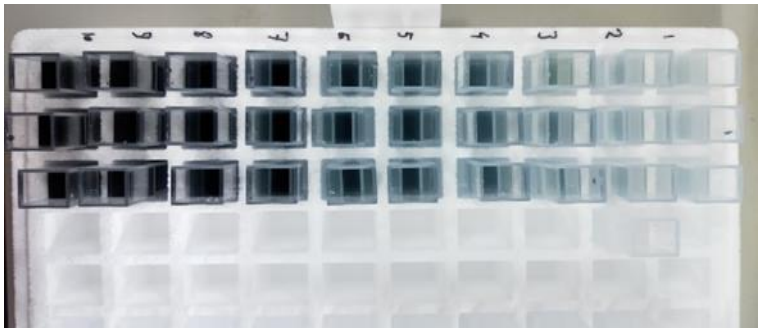
Bölüm 4.2.1.' de açıklandığı üzere hazırlanan özütlerden 100'er µL tüplere konulmuş, üzerilerine sırasıyla 1 mL 10 mM $CuCl_2$ çözeltisi, 1 mL 7.5 mM neocuproine çözeltisi ve 1 mL 1 M $NH_4C_2H_3O_2$ ile ilave edilmiştir. Ardından karışıma 1 mL distile su ilave edilerek nihai hacim 4,1 mL'ye getirilmiştir (Şekil 4.6). Oda sıcaklığında 30 dk. inkübasyondan sonra sprektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Tokyo, Japonya) 450 nm'de köre (su) karşı absorbans ölçülmüştür. Örneklerden alınan absorbanslar farklı derişimlerde hazırlanan trolox (10-800 ppm) ile çizilen kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir (R^2> 0.996). Sonuçlar mg Trolox eşdeğeri (TE) olacak şekilde (mg trolox /g KM) hesaplanmıştır (Apak ve ark., 2004). Çizilen kalibrasyon eğrisi Ek 1'te verilmiş olup 10-800 ppm arasında kalibre edilmiştir, R^2 değeri 0,9984'tür.



Şekil 4.6. CUPRAC metodu ile toplam antioksidan kapasite tayini

4.2.3. DPPH metodu (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)

1,1-difenil-2-pikrilhidrazil'in indirgenmesine dayanan DPPH yönteminde bölüm 4.2.1.' de açıklandığı üzere hazırlanan özütlerden 100'er µL tüplere tüplere konmuş, üzerine 3.9 mL DPPH reaktifi ile karıştırılmıştır (Şekil 4.7). 30 dk. inkübasyondan sonra 515 nm'de metanole karşı spektrofotometrede (Optizen 3220 UV) absorbans değeri okunmuştur (Kumaran ve Karunakaran, 2006). Örneklerden alınan absorbanslar farklı derişimlerde hazırlanan trolox (10-800 ppm) ile çizilen kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir (R^2> 0.996). Sonuçlar mg Trolox eşdeğeri (TE) olacak şekilde (mg trolox /g KM) hesaplanmıştır. Çizilen kalibrasyon eğrisi Ek 2'te verilmiştir. 10-200 ppm arasında kalibre edilmiş olup R^2 değeri 0,9956' tür.



Şekil 4.7. DPPH metodu ile toplam antioksidan kapasite tayini

4.2.4. FRAP metodu (Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç)

900 µL FRAP reaktifi sırasıyla 10:1:1 oranlarında asetat tamponu (pH 3.6), 10 mM 2,4,6-tripiridil-s-triazin (TPTZ solüsyonu) ve 20 mM $FeCl_3$ karışımı, Bölüm 4.2.1'de açıklandığı üzere hazırlanan 100 µL özüt ile karıştırılmıştır. Karışımın absorbansı 4 dk. inkübasyondan sonra 593 nm'de spektrofotometrede (Optizen 3220 UV) kaydedilmiştir. Tüm toplam antioksidan kapasite tayini için sonuçlar mg Trolox eşdeğeri (TE) olacak şekilde (mg trolox /g KM) hesaplanmıştır (Benzie ve Strain, 1996). Çizilen kalibrasyon eğrisi Ek 3'te verilmiş olup 10-100 ppm arasında kalibre edilmiştir, R^2 değeri 0,9971' tür.

4.2.5. Toplam fenolik madde içeriği analizi

Toplam fenolik madde analizinin prensibi, fenolik bileşikler bazik ortamda Folin-Ciocalteu reaktifini (FCR) indirgenip oksitlenmiş forma dönüşmesi ve tepkime sonucunda indirgenmiş reaktifin oluşturduğu mavi rengin spektral yöntemle ölçülmesi olarak tanımlanabilir. Toplam fenolik madde analizinde yaygın olarak kullanılan Folin-Ciocalteu yöntemi (Velioğlu ve ark., 1998) kullanılmıştır. Bölüm 4.2.1.' de açıklandığı üzere hazırlanan 100 µL özüt 0,75 mL Folin-Ciocalteu reaktifi ile karıştırılmıştır. Karışım 5 dk. oda sıcaklığında inkübe edilmiştir ve sonrasında 0,75 ml %6 Na_2CO_3 solüsyonu karışıma ilave edilmiştir. 90 dk. inkübasyondan sonra 725 nm'de spektrofotometrede (Optizen 3220 UV) absorbans ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri (GAE / g KM) olarak ifade edilmiştir. Toplam fenol içeriği analizi için çizilen kalibrasyon eğrisi Ek 4'te verilmiş olup 10-600 ppm arasında kalibre edilmiştir, R^2 değeri 0,9977' tür.

4.2.6. Toplam flavonoid içeriği analizi

Toplam flavonoid madde içeriği, kolorimetrik olarak Kim ve ark. (2003)'nın yöntemine göre belirlenmiştir. Başlangıçta bölüm 4.2.1.' de açıklandığı üzere hazırlanan 1 mL ekstrakta 0,3 ml %5 $NaNO_2$ eklenmiştir. 5 dk. inkübasyon sonrası 0,3 ml %10 $AlCl_3$ ilave edilmiş ve 1 dk. sonra 2 ml 1 M NaOH eklenmiştir. Hemen ardından 2,4 ml saf su ilave edilip, karışım vortekslenerek ve 510 nm'de spekktrofotometrede (Optizen 3220 UV)

absorbans ölçümü yapılmıştır. Toplam flavonoid madde miktarı, mg rutin/g KM olarak ifade edilmiştir. Toplam flavanoid içeriği analizi için çizilen kalibrasyon eğrisi Ek7'de verilmiş olup 10-800 ppm arasında kalibre edilmiştir, R^2 değeri 0,998'dir.

4.3. Duyusal Analiz

Karabuğday granola barının duyusal özelliklerinin ve tüketici tercihlerinin belirlenmesi için uygun duyusal test teknikleri kullanılmıştır (Altuğ ve Elmacı, 2005). Kantitatif tanımlayıcı duyusal analiz (QDA) tekniği ile granola barların duyusal karakterizasyonu sağlanmıştır. QDA tekniği ile tüketici fayda ve ihtiyaçlarını hedefleyen ürünleri formülüze etmek için kullanılan duyusal bir analiz yöntemidir (Murray, 2001). Duyusal analiz test tekniklerinden kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) metodu Bursa Uludağ Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin 90 saatten fazla duyusal analiz konularında eğitilmiş panelistleri tarafından uygulanmıştır. Panel lideri ve 10 adet panelistler tarafından referans ürün belirlenerek (6. koşul; 180 ºC', %100 karabuğday, 0 gün filizlendirme) uygun terminoloji oluşturulmuştur (Şekil 4.8.). Panelistlerin oluşturulan terminoloji hakkında uzlaşılarını sağlamak ve değerlendirilmeleri arasında varyasyonu azaltmak için 6 saatlik bir eğitim gerçekleştirilmiştir. Her biri 2 saat süren 3 ayrı oturumda terminoloji geliştirme aşaması tamamlanmıştır. Panelistler, farklı türde granolaların tadımını (Şekil 4.9.) gerçekleştirerek gerekli terminolojiyi oluşturmuşlardır.



Şekil 4.8. Granola bar duyusal analiz formu



Şekil 4.9. Granola bar duyusal analiz numuneleri.

Panelistler ISO13299:2016 (ISO, 2016)'da belirtilen yönteme uygun olarak granola bara ait özellikler belirlemişlerdir. Bu özellikler, görünüm-renk, koku, aroma-tat ve yüzey özelliklerini içermiştir ve bu özellikler bakımından 0-9 arasında puan skalasında puanlamışlardır (Şekil 4.8.), (Şekil 4.9.). Sonuçlar SPSS programında ANOVA yöntemi ile analiz edilmiş, tablolarla ve örümcek ağı grafikleri ile değerlendirilmiştir.

Görünüm-renk duyusal değerlendirmesinde rengin yoğunluğu, parlaklık ve homojen görünüm tanımlayıcı özellikleri değerlendirilmiştir. *"Rengin yoğunluğu"* granola barın yüzey renginin yoğunluğunu; *"Parlaklık"* granola barın parlaklık seviyesini, *"Homojen Görünüm"* ise granola barın yüzeyinin homojen bir şekilde olan görüntüsünü ifade etmektedir. Koku duyusal değerlendirmesinde *"polen, propolis, meyvemsi, tarçın, vanilya, karabuğday, yulaf ve hamur"* kokularının yoğunlukları değerlendirilmiştir. Aroma duyusal değerlendirmesinde ise polen, propolis, meyve, tarçın, vanilya, karabuğday ve yulafın tadım yapılarak yutulmadan önce (ağız kapalıyken) havanın ağız boşluğundan burun boşluğuna itildiğinde hissedilen ürünün karakteristik polen aromasının yoğunluğu değerlendirilmiştir. *"Yanık ve Karamel"* granola barlardaki karamel ve yanık aromasının yoğunluğunu ifade etmektedir. *"Ekşilik"* sitrik asit ile ölçülen temel bir tat olan ekşiliğin üründeki yoğunluğunu; "*Tatlılık"* sakkaroz ile ölçülen temel bir tat olan tatlılığın üründeki yoğunluğunu belirtmektedir. Yüzey özellikleri bakımından yapılan duyusal değerlendirmede *"Yüzey pürüzlülüğü"* granola barın yüzeyinin pürüzlülük özelliğinin yoğunluğunu; *"Sertlik"* granola barın elle bası uygulama sonucunda gösterdiği sertlik derecesini; *"Kıtırlık"* granola barın ağıza alınma

sırasında gösterdiği kıtırlık derecesini; *"Çiğnenebilirlik"* granola barın çiğnenebilirliğinin kolaylık (ease of chewiness) derecesini ve yutmak için uygun bir seviyeye gelene kadar gereken çiğneme sayısını (1 çiğneme/saniye); *"Ufalanma"* granola barın iki parmakla baskı uygulandığında ufalanma miktarını; *"Elastiklik"* granola barın iki parmak ile çekildiğinde uzama miktarını; *"Yapışkanlık"* ise granola barın dişlere yapışma miktarını ifade etmektedir. Ek1' de granola bar duyusal analiz puanlama çizelgesi, Ek2'de kantitatif tanımlayıcı analiz panel formu verilmiştir.

Duyusal değerlendirme sırasında her bir panel oturumunda üretilen granola barlardan rastgele bir şekilde seçilen maksimum 4 adet ürün tüm parametrelerinin değerlendirilmesi için panelistlere 3 dijitli sayılarla kodlanmış bir şekilde sunulmuştur. Örnekler 0-9 referans skala üzerinden referans ürünle kıyaslayarak değerlendiriliştir.

4.4. Yüzey Tepki Regresyon Analizi

Arı ürünleri ile zenginleştirilmiş filizlendirilmiş karabuğday granola barının prosesinin modellenmesi denemelerinde değişkenler ile yanıtlar arasındaki ilişkiyi ifade eden kübik matematiksel model, lineer regresyon analizi aracılığı ile ortaya konmuştur. Lineer, quadratik, kübik ve interaksiyon etki terimleri modellere her bir değişken için eklenmiştir. Deneysel verilerin, yüzey tepki regresyon prosedürünün çıktıları tanımlayan Denklem 4.1'deki üçüncü dereceden polinomik denklemin deneysel verilere uygun olduğu tespit edilmiştir.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{112} x_1^2 x_2 + \beta_{122} x_1 x_2^2 + \beta_{111} x_1^3 + \beta_{222} x_2^3 \quad (4.1)$$

Burada Y_i, x_1 kullanarak tahmin edilen değer, x_2 bağımsız değişken, β_o başlangıç değeri, β_i lineer katsayıyı, β_{ii} kuadratik katsayı, β_{iii} kübik katsayısı, β_{ij} ve β_{ijk} ise etkileşim katsayısıdır (Movagharnejad ve ark., 2019).

Üçüncü dereceden polinomik denklem deneysel veriye uygulanmıştır. Desing Expert programında Box Benhken dizayn sekmesinde analizlerin ortalamaları koşul sıralamalarına bağlı kalınarak eklenmiştir.

Modelin ve model denkleminin yeterliliği F-testi ile kontrol edilmiştir. Ayrıca modellerin uygunluğu determinasyon katsayısı, F ve *P* değerleri (hata ihtimali) kullanılarak kontrol edilmiştir. Deneysel veriler %95 güven aralığında değerlendirilmiştir (Albak ve Belibağlı, 2010).

Regresyon katsayıları en küçük kareler yöntemi kullanılarak tahminlenmektedir. Seçilen modelinin matematiksel formunun uygunluğu varyasyon katsayısı (%CV), regresyon katsayısı (R^2), düzeltilmiş regresyon katsayısı (Adj R^2), tahminlenen regresyon katsayısı (Pre-R^2) hesaplamaları kullanılarak belirtilmiştir (Myers ve Montogomery, 1995).

Model tarafından deneysel verideki açıklanabilen varyasyonun toplam varyasyona oranı regresyon katsayısı (R^2) olarak tanımlanmıştır. R^2 0 ile 1 arasında değerler almaktadır ve 1'e yaklaştıkça gözlenen ve model sonucu bulunan değerler arasındaki ilişkinin daha iyi olduğu söylenebilir. İstatistiksel olarak önemsiz olsa da modele yeni terimlerin eklenmesi R^2'yi artırdığı bilinmektedir. Bu nedenle düzeltilmiş regresyon katsayısı (Adj R^2) değerlerinin modelin uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılması önerilmektedir. Bir regresyon modelinin daha sonra yapılacak gözlemler için bir tahminleme modeli olarak kullanılabilmesi için ise Adequate Precision (Adeq Precision) istatistikleri kullanılarak belirlenebilmektedir (Myers ve Montogomery, 1995).

Modelin uyumlu olması için R^2, Adj R^2 ve Pre-R^2 değerlerinin aralarındaki farkın 0,2'den küçük olması gerekmektedir. Bu değerlerinin birbirine yakın olması, modellerin tüm terimlerinin istatistiksel açıdan önemli düzeyde olduğunu göstermektedir Adequate Precision değerinin 4'ten büyük olması gerekmektedir (Myers ve Montogomery, 1995).

Varyasyon katsayısı değerlerinin büyük olması durumunda verilerin ortalamadan büyük oranda saptığı, değer azaldıkça verilerin ortalama değere yakın olduğu sonucuna varılır (Avramović ve ark., 2010). Lack of fit (model uygunsuzluğu) değeri ise modelin matematiksel formunun uygunsuzluğundan kaynaklanan hatayı ifade etmektedir. İdeal olarak istatistiksel açıdan modelin matematiksel formunun uygunsuzluğunun (lack of fit) değerinin önemsiz ($p>0,05$), modelin ise önemli olması ($p<0,05$) gerekmektedir. Ayrıca

modeldeki lineer, quadratik, kübik ve interaksiyon etki terimlerinin son modelde değerlendirilebilmesi için önemli olması ($p<0,05$) olması gerekmektedir.

Optimizasyon çalışmasında yanıtların izohips eğrileri çizilerek üst üste yerleştirilmesi ile kontür ve pertürbasyon grafikleri elde edilmiştir. Yüksek bioaktif bileşen kompozisyonun proses kaynaklı degredasyonunun minimum elde edilmesi amacıyla istenilen/hedeflenen değer (desirability) fonksiyonlarında biyoaktif bileşen analizleri sonucunda elde edilen toplaam antioksidan kapasite, toplam fenolik madde ve toplam flavanoid madde yanıtlar maksimum düzeyde ele alınarak optimizasyon sağlanmıştır. En yüksek şartları sağlayan yanıtlar optimizasyon aşamasında değerlendirilmiştir.

4.5. İstatiksel Teknikler

Çalışma kapsamında her deneme (üretim ve analizler) 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler SPSS istatistik programı (versiyon 23.0, SPSS, Chicago, IL, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Karşılaştırmalar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve ardından Tukey çoklu-karşılaştırma testi ile yapılarak $p<0,05$ anlamlı kabul edilmiştir. Korelasyon katsayıları (R^2), Microsoft Office Excel 2011 yazılımı (Microsoft Corporation, Redmond, WA, ABD) kullanılarak hesaplanıp veriler ortalama ± standart sapma olarak rapor edilmiştir. Yanıt yüzey tepkime yöntemi için kullanılan istatiksel yöntem 4.4'te açıklanmıştır.

5. BULGULAR ve TARTIŞMA

5.1. Bağımsız Değişkenlerin Granolanın Nem Miktarına Etkisi

Farklı üretim koşullarında elde edilen granola barların nem miktarları Çizelge 5.1'de sunulmuştur. Sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın ($p<0.05$) olduğu görülmektedir. Analiz sonucunda elde edilen verilere göre en yüksek nem oranına sahip koşulun %19,18 ± 0,36 ile 160 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 11. koşul olduğu, en düşük nem oranına sahip koşulun ise %13,65 ± 0,30 ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşul olduğu görülmüştür. %14,17 ± 0,01 nem değeri ile en yüksek pişirme sıcaklığı olan 200 ºC'de üretilen 4. koşul ise 6. koşul ile istatistiki olarak farksız olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 5.1.). Bu sonuçlara göre, pişirme sıcaklığı arttıkça ürünün son nem içeriğinin azaldığı gözlenmiştir. Nem analiz sonuçları literatürde üretilen benzer granola bar örneklerinin nem değerlerine (%16,6 ± 0.40) uygundur (Aigster ve ark., 2011).

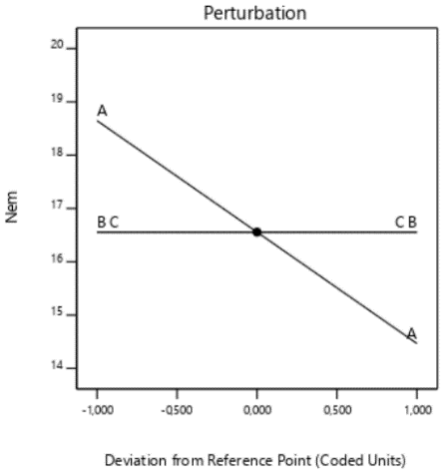
Çizelge 5.1. Granola barların nem, su aktivitesi ve tekstür sonuçları

KOŞUL	İlk Pişirme Sıcaklığı(°C)	Karabuğday: Yulaf Oranı (%)	Karabuğday Filizlendirme Süresi (%)	Nem Miktarı (%)	Su Aktivitesi (aw)	Sertlik (Hardness) (g.sec)	Kırılganlık (Fracturability) (g.sec)
1	180	100	2 gün	19,13 ± 0,06 ^{a}	0,748 ± 0,002 ^{a}	234,41 ± 18,41	2351,33 ± 43,61
2	180	75	1 gün	18,89 ± 0,01 ^{ab}	0,701 ± 0,003 ^{d}	1248,54 ±15,63	2311,84 ± 37,87
3	200	75	2 gün	14,52 ± 0,13 ^{gh}	0,630 ± 0,001 ^{i}	870,63 ± 262,23	2381,24 ± 40,61
4	200	75	0 gün	14,17 ± 0,01 ^{h}	0,661 ± 0,002 ^{g}	2812,68 ± 848,00	2384,10 ± 29,16
5	160	75	2 gün	17,87 ± 0,26 ^{bc}	0,685 ± 0,000 ^{e}	958,69 ±586,50	2430,84 ± 52,00
6	180	100	0 gün	14,13 ± 0,37 ^{h}	0,579 ± 0,001 ^{i}	897,62 ± 360,06	2472,83 ± 32,50
7	200	25	1 gün	15,17 ± 0,65 ^{fg}	0,661 ± 0,004 ^{g}	1117,21 ± 599,00	2433,54 ± 20,52
8	180	25	2 gün	16,95 ± 0,34 ^{ce}	0,685 ± 0,001 ^{e}	589,91 ±258,07	2460,43 ± 90,17
9	160	100	1 gün	17,27 ± 0,05 ^{cd}	0,698 ± 0,002 ^{d}	1896,93 ±1016,46	2414,82 ± 132,96
10	200	100	1 gün	16,62 ± 0,17 ^{de}	0,680 ± 0,000 ^{e}	1130,64 ±199,37	2327,69 ± 8,40
11	160	75	0 gün	19,18 ± 0,36 ^{a}	0,738 ± 0,001 ^{b}	1047,41 ± 122,18	2344,56 ± 64,27
12	160	25	1 gün	15,10 ± 0,10 ^{fh}	0,672 ± 0,002 ^{f}	1027,59 ± 426,18	2561,38 ± 36,86
13	180	25	0 gün	16,04 ± 0,05 ^{ef}	0,642± 0,002 ^{h}	897,59 ±343,98	2199,71 ± 26,62
14	180	75	1 gün	18,61 ± 0,02 ^{ab}	0,711 ± 0,001 ^{c}	1534,52 ± 388,98	2236,18 ± 111,89
15	180	75	1 gün	18,72 ± 0,01 ^{ab}	0,733 ± 0,0021 ^{b}	1068,85 ± 515,37	2427,46 ± 137,95

a-f: Harfler, veriler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark ($p<0.05$) olduğunu göstermektedir.

Model uyumu:

Farklı koşullarda üretilen granola barının nem miktarı yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.1.'de, kontur grafikleri Şekil 5.2.'de görülmektedir.

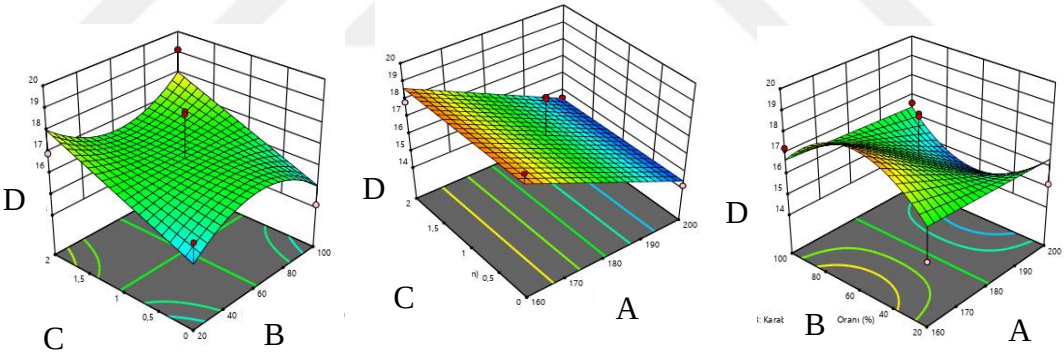


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.1. Bağımsız değişkenlerin son nem miktarı üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.2. Nem için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: son nem miktarı)

Son nem miktarı sonuçları için oluşturulan kübik modelin istatiksel analizi ve lineer, quadratik, kübik ve interaksiyon etkilerinin model üzerindeki istatistiksel önemliliği Çizelge 5.2.'de verilmiştir. Her bir bağımsız değişkenin ve interaksiyonlarının katsayıları ve modele ait diğer veriler Çizelge 5.3'te gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması modelin anlamlı olduğunu göstermektedir,

modelin uygunsuzluğunun (lack of fit) p-değerinin 0,05'ten büyük olması ise modelden kaynaklanan hatanın önemsiz olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.2. Granola barların nem miktarı yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	26,29	3	8,76	4,53	0,0267
X_1	17,47	1	17,47	9,03	0,0120
$X_1X_2^2$	7,57	1	7,57	3,91	0,0736
$X_2^2X_3$	8,73	1	8,73	4,51	0,0571
Kalıntı	21,29	11	1,94		
Lack of Fit	11,80	9	1,31	0,2766	0,9296
Saf Hata	9,48	2	4,74		
Toplam	47,57	14			

Çizelge 5.3. Son nem ve su aktivitesi model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri

	Nem	**Su Aktivitesi**
Model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model
X_0	16,56	0,7128
X_1	-2,09	
X_3		0,0530
X_2X_3		0,0315
X_2^2		-0,0283
X_3^2		-0,0276
$X_1^2X_3$		-0,0740
$X_1X_2^2$	1,95	
$X_1X_3^2$		-0,0330
$X_2^2X_3$	1,48	
R^2	0,5526	0,9348
Adj. R^2	0,4306	0,8860
Pre. R^2	0,2847	0,7469
Adeq Precision	5,8190	16,2059
%C.V.	8,40	2,24

Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin son nem miktarı üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.1) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Son Nem Miktarı} = 16{,}56 - 2{,}09\,X_1 + 1{,}95X_1X_2^2 + 1{,}48X_2^2X_3 \quad (5.1)$$

Granola barların neminin modellenmesinde pişirme sıcaklığının model üzerinde $p<0{,}05$ önem seviyesinde negatif yönde doğrusal etkisi mevcut olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca Şekil 5.2.'de görüldüğü üzere filizlendirme süresinin artması karabuğday/yulaf oranı ve pişirme sıcaklığının interaksiyonunda nem miktarını arttırmaktadır.

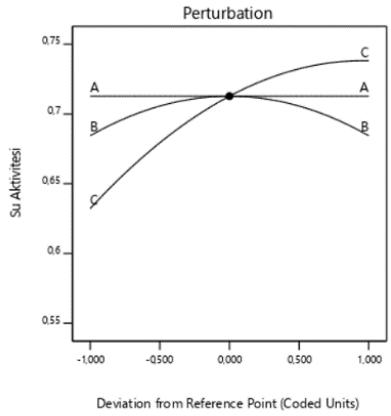
5.2. Bağımsız değişkenlerin su aktivitesine etkisi

Analiz sonuçlarına göre en yüksek su aktivitesine (a_w) sahip koşul 0,748 ± 0,002 ile 180 ^oC' de %100 karabuğday oranı ile 2 gün süre ile filizlendirilmiş 1. koşul olurken, en düşük su aktivitesine sahip koşul 0,579 ± 0,001 ile 180 ^oC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşul olmuştur. Çizelge 5.4.' e bakıldığında granola barların su aktivitesi değerleri arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Filizlendirme süresinin artması ile su aktivitesinin arttığı gözlemlenmiştir. Meydana gelen bu değişim tohumda meydana gelen metabolik olaylar sonucunda su aktivitesinin artması ile ilişkilendirilmiştir (Guzmán-Ortiz ve ark., 2019; Kılınçer 2018).

Model uyumu:

Arı ürünleri ile zenginleştirilmiş karabuğday granola barının su aktivitesinin modellenmesinde kullanılan katsayılar ve model uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerler Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4.'te verilmiştir. Çizelge 5.3.' te su aktivitesi için verilen R^2 değeri 0,93'ten büyük olup varyasyonu büyük oranda karşılamaktadır.

Granola bar optimizasyonunda su aktivitesi yanıtının bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.3.'te, kontur grafikleri Şekil 5.4.'te görülmektedir.

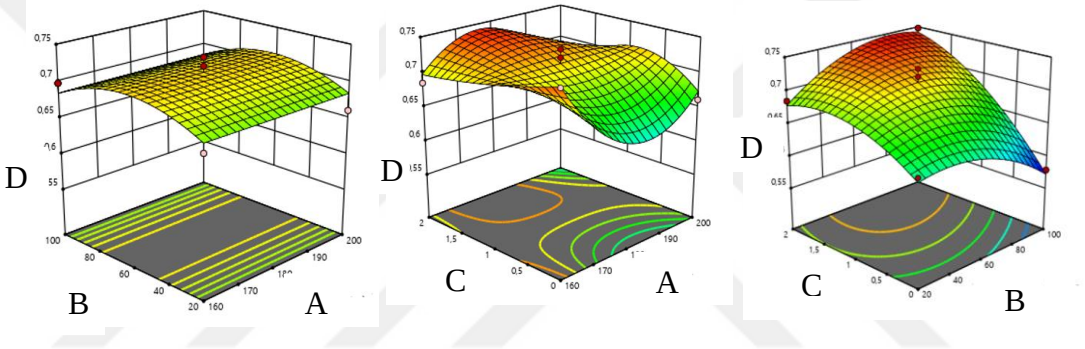


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.3. Bağımsız değişkenlerin su aktivitesi üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.4. Su aktivitesi için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: su aktivitesi)

Çizelge 5.4. Su aktivitesi yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	0,0268	6	0,0045	19,13	0,0002
X_3	0,0112	1	0,0112	48,22	0,0001
X_2X_3	0,0040	1	0,0040	17,03	0,0033
X_2^2	0,0030	1	0,0030	12,81	0,0072
X_3^2	0,0028	1	0,0028	12,14	0,0083
$X_1^2X_3$	0,0110	1	0,0110	47,00	0,0001
$X_1X_3^2$	0,0044	1	0,0044	18,69	0,0025
Kalıntı	0,0019	8	0,0002		
Lack of Fit	0,0016	6	0,0003	2,23	0,3419
Saf Hata	0,0002	2	0,0001		
Toplam	0,0286	14			

Granola barın optimizasyonunda su aktivitesi yanıtı için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.4.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin su aktivitesi değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.2) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Çizelge 5.2.).

$$\text{Su Aktivitesi} = 0{,}7128 + 0{,}0530\ X_3 + 0{,}0315\ X_2X_3 - 0{,}0283\ X_2^2 - 0{,}0276\ X_3^2 - 0{,}0740\ X_1^2X_3 - 0{,}0330\ X_1X_3^2 \quad (5.2)$$

Su aktivitesi değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemlidir. Filizlendirme süresinin doğrusal etkisi ile karabuğday/yulaf oranı ile ortak etkisi model üzerinde olumlu etki göstermektedir. Model üzerinde bu bağımsız değişkenlerin kuadratik etkileri negatiftir.

5.3. Bağımsız değişkenlerin tekstür parametreleri üzerine etkisi

Granola barların sertlik ve kırılganlık değerleri Çizelge 5.1.'de sunulmuştur.

5.3.1. Sertlik

Granola barların sertlik (hardness) değerinin (234,41 ± 18,41 g.sec) en düşük elde edildiği örnek, 180 ^oC' de %100 karabuğday oranı ile 2 gün süre ile filizlendirilmiş 1. koşul ile üretilmiştir. En yüksek sertlik seviyesinin (2812,68 ± 848,00 g.sec) ise 200 ^oC'de %75 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilerek (4. koşul) üretilen örneklerde olduğu saptanmıştır. Filizlendirme süresinin artması ile artan nemin granola sertlik oranını azalttığı düşünülmektedir.

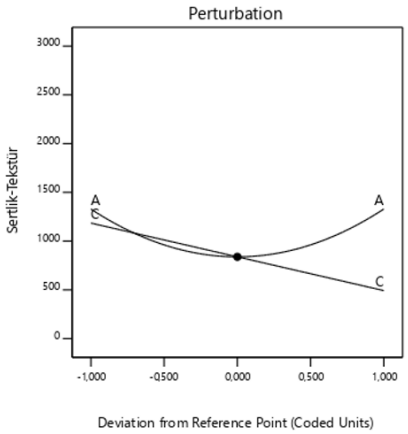
Model uyumu:

Arı ürünleri ile zenginleştirilmiş karabuğday granola barının sertlik değerinin modellenmesinde kullanılan katsayılar ve model uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerler Çizelge 5.5. ve Çizelge 5.6' da verilmiştir.

Çizelge 5.5. Tekstür model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri

	Sertlik (Hardness) (g.sec)	Kırılganlık (Fracturability) (g.sec)
Model	Reduced Cubic Model	Reduced Cubic Model
X_0	838,78	2430,42
X_2		41,01
X_3	-346,21	27,83
X_1X_3	-521,33	-22,29
X_2X_3		-95,56
X_1^2	489,95	
X_3^2		-52,29
$X_1^2X_2$		-104,11
$X_1X_2^2$		-53,74
$X_1X_3^2$	477,30	
R^2	0,7983	0,9815
Adj. R^2	0,7176	0,9631
Pre. R^2	0,5605	0,8652
Adeq Precision	12,1046	29,5129
%C.V.	28,37	0,6441

Granola barların optimizasyonunda sertlik kriteri üzerine bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.5.'de, kontur grafikleri Şekil 5.6.'da görülmektedir.

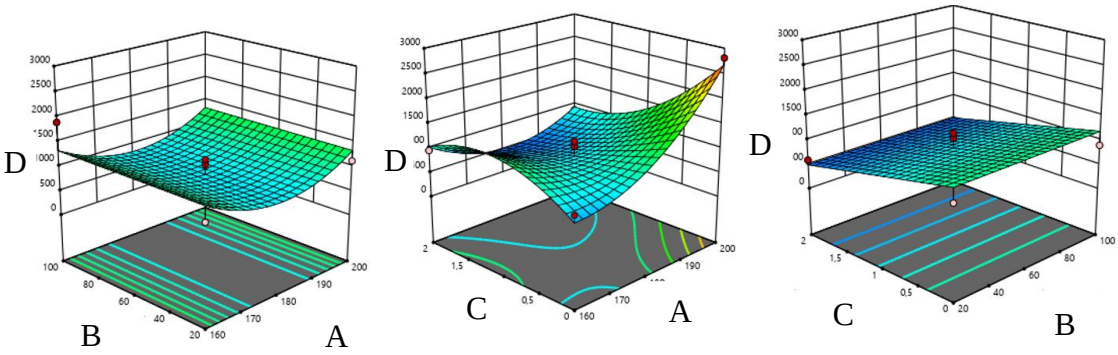


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.5. Bağımsız değişkenlerin sertlik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.6. Sertlik için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: sertlik)

Çizelge 5.6. Sertlik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	3,853E+06	4	9,634E+05	9,89	0,0017
X_3	9,589E+05	1	9,589E+05	9,85	0,0106
X_1X_3	1,087E+06	1	1,087E+06	11,16	0,0075
X_1^2	8,962E+05	1	8,962E+05	9,20	0,0126
$X_1X_3^2$	9,113E+05	1	9,113E+05	9,36	0,0121
Kalıntı	9,739E+05	10	97392,68		
Lack of Fit	9,671E+05	8	1,209E+05	35,33	0,0278
Saf Hata	6843,20	2	3421,60		
Toplam	4,827E+06	14			

Sertlik değerlerine ait oluşturulan kübik modelinin p-değeri 0,005'ten küçüktür, elde edilen bu sonuç modelin istatiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin sertlik değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.3) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Sertlik} = 838{,}78 - 346{,}21\ X_3 - 521{,}33\ X_1X_3 + 489{,}95\ X_1^2 + 477{,}30\ X_1X_3^2 \qquad (5.3)$$

Sertlik değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemlidir. Filizlendirme süresinin lineer etkisi ile pişirme sıcaklığı ve karabuğday/yulaf

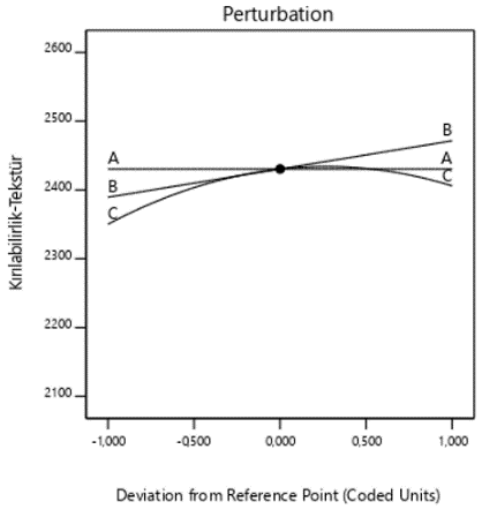
oranının ortak etkisi model üzerinde negatif etkilidir. Pişirme sıcaklığının kuadratik etkileri ise model üzerinde pozitiftir.

5.3.2. Kırılganlık

En düşük kırılganlık (fracturability) değerinin 2199,71 ± 26,62 g.sec ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 13. koşul, en yüksek kırılganlık değerinin ise 2561,38 ± 36,86 g.sec ile 160 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilmiş olan 12. koşul ile elde edildiği saptanmıştır (Çizelge 5.1.). Filizlendirme süresinin artmasıyla, filizlerin anatomik şekillerinden dolayı granola barların kırılganlık miktarının arttığı düşünülmektedir (Koyama ve ark., 2013).

Model uyumu:

Granola barların kırılganlık değerleri için oluşturulan kübik modelin istatiksel analizi ve lineer, quadratik, kübik ve interaksiyon etkilerinin model üzerindeki istatistiksel önemliliği Çizelge 5.7.'de verilmiştir. Çizelge 5.5.'te model için elde edilen R^2 değeri 0,98'ten büyük olup varyasyonu büyük oranda karşıladığı sonucuna varılmıştır. Granola barın optimizasyonunda kırılabilirlik değeri üzerine bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.7.'de, kontur grafikleri Şekil 5.8.'de görülmektedir.

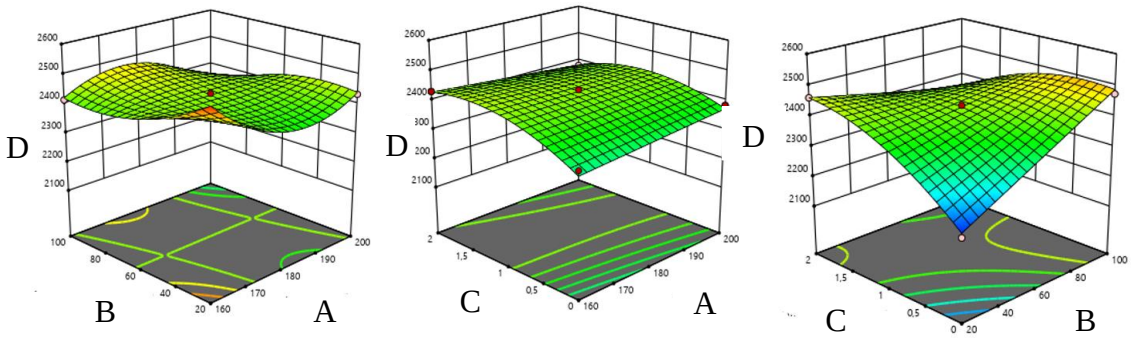


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.7. Bağımsız değişkenlerin kırılganlık üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.8. Kırılganlık için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: kırılabilirlik)

Çizelge 5.7. Kırılganlık yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	89118,13	7	12731,16	53,17	< 0.0001
X_2	6725,64	1	6725,64	28,09	0,0011
X_3	6196,07	1	6196,07	25,88	0,0014
X_1X_3	1986,48	1	1986,48	8,30	0,0236
X_2X_3	36523,03	1	36523,03	152,53	< 0.0001
X_3^2	10206,17	1	10206,17	42,62	0,0003
$X_1^2X_2$	21676,74	1	21676,74	90,53	< 0.0001
$X_1X_2^2$	11553,03	1	11553,03	48,25	0,0002
Kalıntı	1676,19	7	239,46		
Lack of Fit	1372,03	5	274,41	1,80	0,3938
Saf Hata	304,15	2	152,08		
Toplam	90794,31	14			

Granola barın, kırılganlık değeri için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,0001'den küçük olması modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Modelin uygunsuzluğunun (lack of fit) p-değerinin 0,05'ten büyük olması ise modelden kaynaklanan hatanın önemsiz olduğunu ortaya koymuştur. Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin kırılabilirlik değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.4) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$Kırılganlık = 2430,42 + 41,01\ X_2 + 27,83\ X_3 - 22,29\ X_1X_3 - 95,56\ X_2X_3 - 52,29\ X_3^2 - 104,11\ X_1^2X_2 - 53,74\ X_1X_2^2 \quad (5.4)$$

Kırılganlık değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0,05$ önem seviyesinde önemlidir. Karabuğday/yulaf oranı ve filizlendirme süresinin lineer etkileri model üzerinde pozitif yönde etkiliyken, ortak etkileri negatiftir. Filizlendirme süresinin kuadratik etkileri ile pişirme sıcaklığı ile ortak etkisi de negatiftir.

5.4. Bağımsız Değişkenlerin Renk Parametreleri Üzerine Etkisi

Renk analizinin gerçekleştirilmesinde 15 koşulun bar örneklerinin 12 noktasından ölçüm yapılmış ve sonuçların ortalamaları Çizelge 5.8'de sunulmuştur.

Çizelge 5.8. Granola bar renk analizi sonuçları

KOŞUL	L*	a*	b*	C*	h
1	43,83 ± 0.70 ^{be}	10,15 ± 1,57 ^{b}	27,58 ± 0,83 ^{ad}	29,40 ± 1,31 ^{be}	69,87 ± 2,30 ^{ac}
2	50,55 ± 0,80 ^{ac}	10,29 ± 0,26 ^{ab}	27,67 ± 0,59 ^{ad}	28,93 ± 0,69 ^{ce}	71,04 ± 0,27 ^{ab}
3	42,16 ± 5,31 ^{ce}	9,78 ± 0,59 ^{b}	25,93 ±2,89 ^{cd}	27,72 ± 2,83 ^{de}	66,25 ± 1,94 ^{ac}
4	43,42 ± 3,76 ^{be}	14,15 ± 2,64 ^{a}	33,48 ± 1,40 ^{ab}	37,26 ± 0,63 ^{a}	64,26 ± 5,06 ^{bc}
5	48,18 ± 2,73 ^{ad}	8,68 ± 0,96 ^{b}	24,67 ± 4,22 ^{d}	26,16 ± 4,30 ^{ef}	70,50 ±1,15 ^{ac}
6	47,92 ± 4,90 ^{bd}	8,56 ± 1,13 ^{b}	28,04 ± 2,72 ^{ad}	29,36 ± 2,24 ^{ce}	72,82 ± 3,83 ^{a}
7	45,41 ± 2,61 ^{be}	11,25 ± 1,45 ^{ab}	28,38 ± 2,97 ^{ad}	30,54 ± 3,25 ^{be}	68,40 ±1,14 ^{ac}
8	56,57 ± 1,47 ^{a}	9,99 ± 1,27 ^{b}	32,79 ± 3,26 ^{ab}	34,28 ± 3,43 ^{ac}	73,07 ± 1,17 ^{a}
9	38,93 ± 0,48 ^{e}	9,00 ±1,40 ^{b}	17,88 ± 0,16 ^{e}	20,04 ± 0,73 ^{f}	63,37 ± 3,44 ^{c}
10	39,84 ± 2,34 ^{de}	8,69 ± 0,75 ^{b}	23,41 ± 0,85 ^{de}	24,98 ±0,69 ^{ef}	69,62 ± 2,04 ^{ac}
11	50,46 ± 1,37 ^{ac}	11,03 ± 0,36 ^{ab}	31,15 ± 0,37 ^{ac}	33,05 ± 0,42 ^{ad}	70,50 ± 0,53 ^{ac}
12	47,72 ± 2,61 ^{bd}	7,79 ± 0,31 ^{b}	25,96 ± 2,03 ^{cd}	27,11 ± 1,88 ^{de}	73,23 ± 1,69 ^{a}
13	51,36 ± 3,24 ^{ab}	9,44 ± 0,10 ^{b}	33,86 ± 0,70 ^{a}	35,63 ± 0,71 ^{ab}	71,89 ± 1,19 ^{a}
14	47,98 ± 3,80 ^{ad}	10,43 ± 2,42 ^{ab}	31,32 ± 1,37 ^{ac}	30,03 ± 0,43 ^{be}	71,57 ± 4,36 ^{ab}
15	49,98 ± 0,51 ^{ac}	10,93 ± 0,90 ^{ab}	27,46 ± 1,84 ^{bd}	29,56 ± 1,88 ^{be}	71,27 ± 0,95 ^{ab}

a-f: Harfler, veriler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark ($p<0.05$) olduğunu göstermektedir.

5.4.1. L*(açıklık-koyuluk) değeri

Renk analizi sonuçlarına göre örneklerin L*(açıklık-koyuluk) değerleri 34,93 ± 1,16 ile 56,57 ± 1,47 arasında değişkenlik göstermektedir. En düşük L* değerini 160 ºC'de %100 karabuğday/yulaf ile 1 gün filizlendirilmiş olan 9. koşul, en yüksek L* değerini 180 ºC'de %25 karabuğday/yulaf oranı ile 2 gün filizlendirilen 8.koşul sağlamıştır (Çizelge 5.8.). Literatürde yapılan çalışmalarda granola barların L (parlaklık) değerleri, 48.9 ± 0.73 (Aigster ve ark., 2011), 46.20 ± 0.84 ile 50.68 ± 1.70 (Gasga ve ark., 2014) arasında olduğu bulunmuştur. Pişirme süresinin artmasının karabuğdayın rengini koyulaştırdığı söylenebilir. Tez çalışması kapsamında üretimi gerçekleştirilen granola barların L değerleri literatürdeki veriler ile uyumludur.

Model uyumu:

Renk analizine ait tüm bileşenlerin verileri için modelde kullanılan katsayılar ve model uygunluğunun analiz edilmesinde kullanılan istatistik değerleri Çizelge 5.9.'da verilmiştir. Renk analizi verilerinde regresyon katsayısı R^2 ile düzeltilmiş regresyon katsayısı R_{adj}^2 ile farkın az olduğu modeller seçilmiştir. Tahminlenen regresyon katsayı ile düzeltilmiş regresyon katsayısı arasındaki farkın 0,2'den az olması durumunda yanıtın modeli olarak tercih edilmiştir. Granola barların renk analizi/ L* değerinin optimize edilmesinde kullanılacak model büyük oranda varyasyonu karşılamaktadır. Benzer sonuç diğer renk verilerine ait modeller içinde elde edikmiştir.

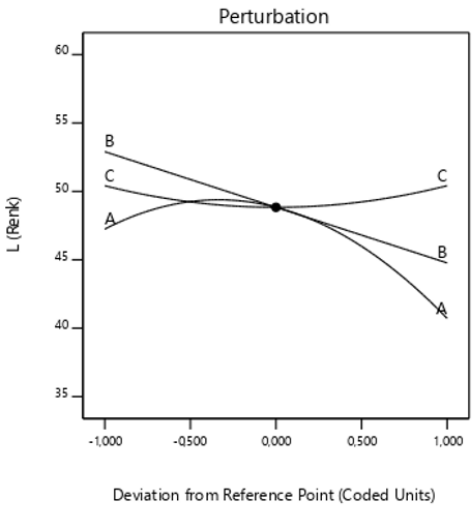
Çizelge 5.9. Renk analizi verileri için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri

	L*	**a***	**b***	**Chroma**	**Hue**
Model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model (Aliased)
X_0	48,84	10,76	27,85	29,52	71,65
X_1	-3,27	0,9213	1,44	1,77	
X_2	-4,07		-3,01	-2,97	-0,5667
X_3			-0,3825	-0,3267	
X_1X_2		-0,9433			2,77
X_2X_3	-2,32				-1,03

Çizelge 5.9. Renk analizi verileri için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri (devam)

	L*	a*	b*	Chroma	Hue
X_1^2	-4,86		-3,21	-2,49	-3,38
X_2^2		-1,40		-1,37	
X_3^2	1,58		3,45	4,01	
$X_1^2X_2$					-1,59
$X_1^2X_3$		-1,68	-3,12	-3,78	
$X_1X_2^2$	3,42				
$X_1X_3^2$					
$X_2^2X_3$					
$X_2X_3^2$					-2,62
R^2	0,9612	0,8827	0,9038	0,9827	0,9594
Adj. R^2	0,9321	0,8358	0,8316	0,9654	0,9289
Pre. R^2	0,8814	0,6845	0,7136	0,9022	0,8185
Adeq Precision	20,3477	16,3751	12,1977	27,0743	17,8274
%C.V.	2,60	6,20	6,22	2,73	1,16

Granola barın optimizasyonunda renk analizi/ L* değeri üzerine bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.9.'da, kontur grafikleri Şekil 5.10.'da görülmektedir.

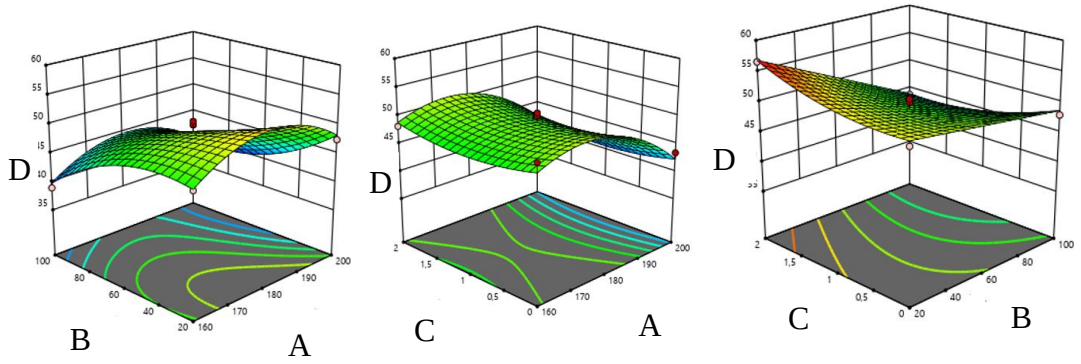


A: Pişirme Sıcaklığı = 180

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.9. Bağımsız değişkenlerin L* değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.10. L* değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: L* değeri**)**

Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin L* üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.5) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$L^* = 48{,}84 - 3{,}27X_1 - 4{,}07X_2 - 2{,}32X_2X_3 - 4{,}86X_1^2 + 1{,}58X_3^2 + 3{,}42X_1X_2^2 \quad (5.5)$$

Modellemede elde edilen kübik model ve kullanılan tüm terim istatistiksel açıdan $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemli olduğu sonucunda varılmıştır. Modellerin uyumsuzluğu ise (lack of fit) istatiksel olarak önemsiz ($p>0{,}05$) bulunmuştur (Çizelge 5.10.). Pişirme sıcaklığı ve formülasyonundaki karabuğday oranı arttıkça L* değerinde azalma söz konusu olmaktadır. Karabuğday/yulaf oranı ve filizlendirme süresinin ortak etkisi model üzerinde negatif etkilidir. Filizlendirme süresinin kuadratik etkisi model üzerinde olumlu etkiye sahipken, pişirme sıcaklığının kuadratik etkisi negatif etkiye sahiptir.

Çizelge 5.10. L* değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**SD**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	298,30	6	49,72	33,05	< 0.0001
X_1	42,68	1	42,68	28,38	0,0007
X_2	132,28	1	132,28	87,94	< 0.0001
X_2X_3	21,61	1	21,61	14,37	0,0053
X_1^2	87,79	1	87,79	58,36	< 0.0001
X_3^2	9,26	1	9,26	6,16	0,0380
$X_1X_2^2$	23,35	1	23,35	15,52	0,0043

Çizelge 5.10. L* değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri (devam)

Kalıntı	12,03	8	1,50		
Lack of Fit	8,38	6	1,40	0,7651	0,6621
Saf Hata	3,65	2	1,83		
Toplam	310,33	14			

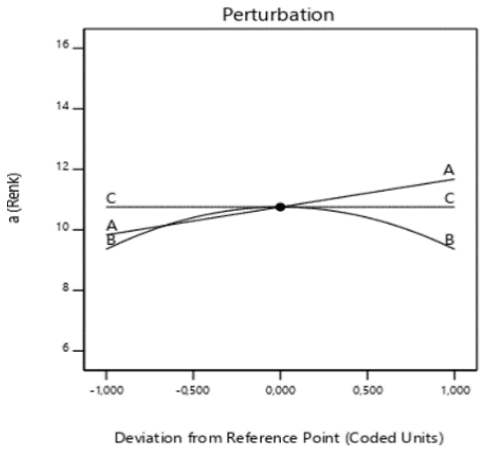
5.4.2. a*(kırmızılık-yeşillik) değeri

Örneklerin a* (+kırmızılık-yeşillik) değeri 7,79 ± 0,31 ile 14,15 ± 2,64 arasında değişmekte olup en düşük a* değerini 160 ºC'de %25 karabuğday/yulaf oranı ile 1 gün filizlendirilmiş olan 12. koşul, en yüksek a* değeri ise 200 ºC'de %75 karabuğday/yulaf oranı ile 0 gün filizlendirilmiş 4. koşul sağlamıştır (Çizelge 5.8.).

Literatürde yapılan çalışmalarda granola barların a (yeşillik) değerleri, 11.1 ± 0.40 (Aigster ve ark., 2011), 4.37± 0.41 ile 5.31 ± 0.99 arasında (Gasga ve ark., 2014) olduğu raporlanmıştır. a* değerinin diğer granola barlara göre yüksek olmasının sebebi içeriğindeki kuru meyve, polen ve propolis bileşiminden kaynaklı olduğu söylenebilir. Ayrıca en yüksek ve en düşük değerlere bakılarak pişirme sıcaklığının ve karabuğday oranının artışı ile de *a değerinin arttığı gözlenmiştir.

Model uyumu:

Renk analizi/ a* değeri yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Bu parametre üzerine bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.7.'de, kontur grafikleri Şekil 5.8.'de görülmektedir.

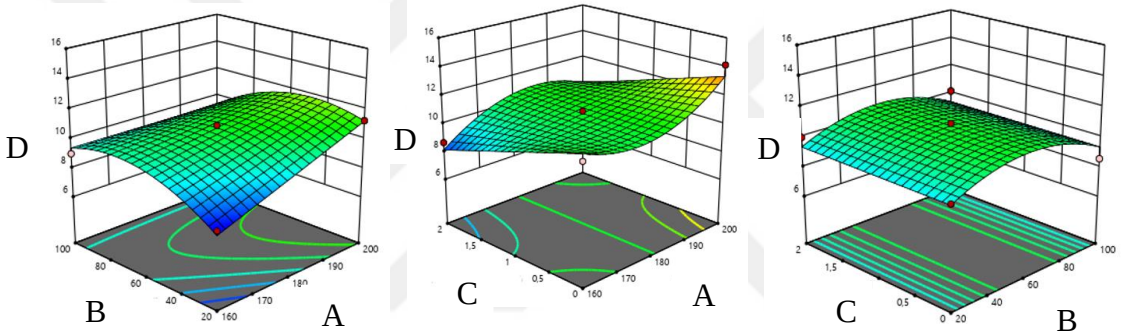


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.11. Bağımsız değişkenlerin a* değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.12. a* değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: a* değeri)

Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.6) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$a^* = 10{,}76 + 0{,}9213X_1 - 0{,}9433\ X_1X_2 - 1{,}40X_2^2 - 1{,}68\ X_1^2X_3 \qquad (5.6)$$

Modellemede elde edilen kübik model ve kullanılan tüm terim istatistiksel açıdan $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemli olduğu sonucunda varılmıştır. Modellerin uyumsuzluğu ise (lack of fit) istatiksel olarak önemsiz ($p>0{,}05$) bulunmuştur (Çizelge 5.11.). Pişirme sıcaklığının artışıyla a***** değerinde artış söz konusu olmaktadır. Karabuğday/yulaf oranının kuadratik etkisi model üzerinde negatiftir. Bu bağımsız değişkenlerin model üzerindeki ortak etkisi negatiftir.

Çizelge 5.11. a* değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

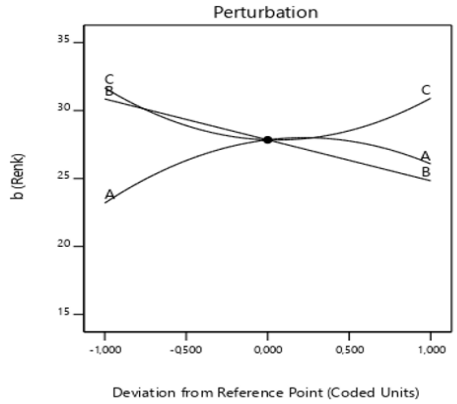
	Hata Kareler Toplamı	SD	Ortalama Hata Karesi	F-değeri	p- değeri
Model	28,97	4	7,24	18,81	0,0001
X_1	6,79	1	6,79	17,64	0,0018
X_1X_2	3,56	1	3,56	9,25	0,0124
X_2^2	7,29	1	7,29	18,95	0,0014
$X_1^2X_3$	11,32	1	11,32	29,41	0,0003
Kalıntı	3,85	10	0,3850		
Lack of Fit	3,62	8	0,4529	4,00	0,2153
Saf Hata	0,2264	2	0,1132		
Toplam	32,82	14			

5.4.3. b* (sarılık-mavilik) değeri

Granola barların b* (sarılık-mavilik) değeri ise 17,88 ± 0,16 ile 33,86 ± 0,70 arasında değişmekte olup en düşük b* değeri 160 ºC'de %100 karabuğday/yulaf ile 1 gün filizlendirilmiş olan 9. koşul, en yüksek b* değeri ise 180 ºC'de %25 karabuğday/yulaf oranı ile 0 gün filizlendirilmiş olan 13. koşul sağlamıştır (Çizelge 5.8). Literatürde yapılan bir çalışmada granola barların b (sarılık) değerleri, 30.3 ± 0.76 (Aigster ve ark., 2011), başka bir çalışmada ise 21.79 ± 1.36 ile 25.20 ± 1.38 arasında değişmektedir (Gasga ve ark., 2014). Karabuğday oranının artması ile granola barların sarılık değeri azalmaktadır. Elde edilen sonuçlar literatürdeki değerler ile uyum içerisindedir.

Model uyumu:

Renk analizi/ b* değeri yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Bağımsız değişkenlerin b* üzerine olan etkilerini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.13'te, kontur grafiği Şekil 5.14.'te görülmektedir.

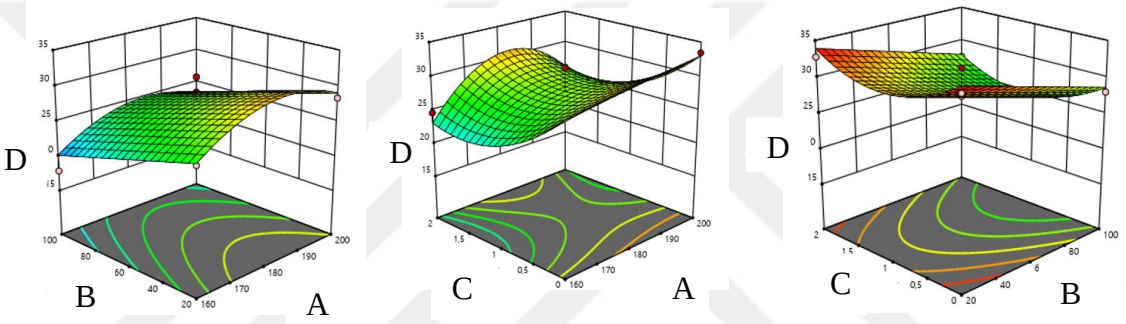


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.13. Bağımsız değişkenlerin b* değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.14. b* değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: b* değeri)

Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin b* üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.7) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$b^* = +27{,}85 + 1{,}44\,X_1 - 3{,}01\,X_2 - 0{,}3825\,X_3 - 3{,}21\,X_1^2 + 3{,}45\,X_3^2 - 3{,}12\,X_1^2X_3 \qquad (5.7)$$

Modellemede elde edilen kübik model ve kullanılan terimler istatistiksel açıdan $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemli olduğu sonucunda varılmıştır. Modellerin uyumsuzluğu ise (lack of fit) istatiksel olarak önemsiz ($p>0{,}05$) bulunmuştur (Çizelge 5.12.). Pişirme sıcaklığının artışı b* değerinde artışa sebebiyet vermiştir. Karabuğday/yulaf oranının ve filizlendirme süresinin artışı ise b* değerinin azalmasına neden olmuştur. Ancak pişirme sıcaklığının kuadratik etkisi model üzerinde negatif etkiliyken filizlendirme süresinin kuadratik etkisi pozitiftir.

Çizelge 5.12. b* değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	SD	Ortalama Hata Karesi	F-değeri	p- değeri
Model	227,63	6	37,94	12,52	0,0011
X_1	16,64	1	16,64	5,49	0,0472
X_2	72,50	1	72,50	23,93	0,0012
X_3	0,5852	1	0,5852	0,1932	0,6719
X_1^2	38,30	1	38,30	12,64	0,0074
X_3^2	44,12	1	44,12	14,56	0,0051
$X_1^2X_3$	19,51	1	19,51	6,44	0,0348
Kalıntı	24,23	8	3,03		
Lack of Fit	14,82	6	2,47	0,5247	0,7713
Saf Hata	9,41	2	4,71		
Toplam	251,86	14			

Yapılan bir çalışmada farklı filizlenme periyotlarında (1, 3 ve 5 gün) filizlenmenin üç farklı tohumun (buğday, çavdar ve mercimek) fiziksel, kimyasal ve besinsel özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Benzer şekilde literatürde yapılan bir çalışmada buğday, çavdar ve mercimeğin filizlendirme süresinin kalite parametrelerine olan etkisi incelenmiş ve filizlendirme süresinin renk değerlerini istatiksel olarak değiştirdiği sonucuna varılmıştır (Tok ve Ertaş, 2020).

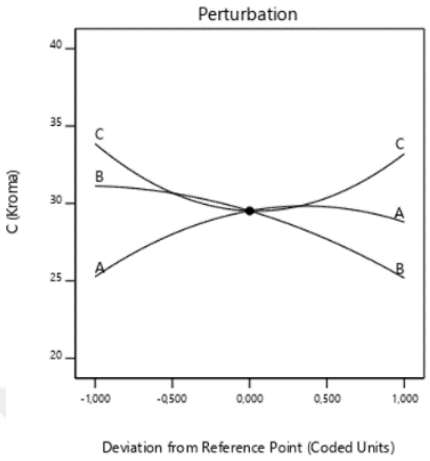
5.4.4. C* (chroma) değeri

C* (chroma) değeri ise 20,04 ± 0,73 ile 37,26 ± 0,63 arasında değişmekte olup en düşük chroma değeri 160 ^oC'de %100 karabuğday/yulaf ile 1 gün filizlendirilmiş olan 9. koşul, en yüksek chroma değerini ise 200 ^oC'de %75 karabuğday/yulaf oranı ile 0 gün filizlendirilen 4. koşul sağlamıştır (Çizelge 5.8.). Pişirme sıcaklığının artışının C* değeri üzerinde negatif etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Model uyumu:

Renk analizi/ C* değeri yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız

değişkenlerinin C* değeri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.8) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. Bağımsız değişkenlerin C* değeri üzerine olan etkilerini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.15.'te, kontur grafiği Şekil 5.16.'da görülmektedir.

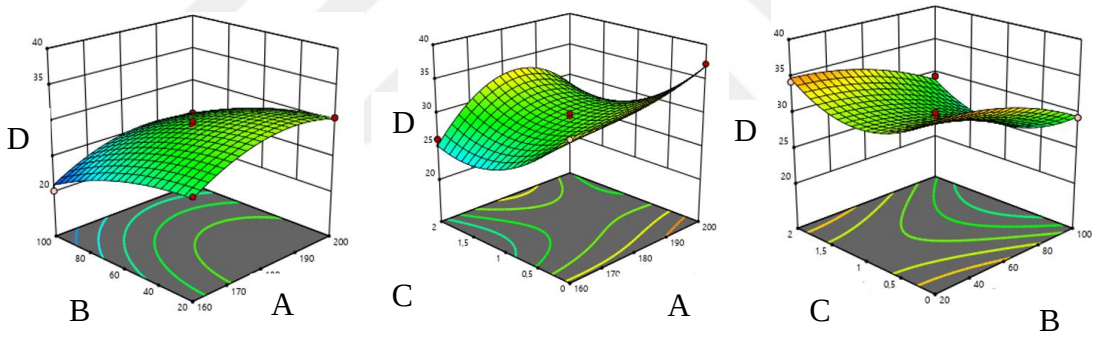


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.15. Bağımsız değişkenlerin chroma değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.16. Chroma değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: chroma değeri)

C* değerinin tahminlenmesi için oluşturulan modelin p-değeri 0,0001 önem seviyesinde önemlidir (Çizelge 5.13.). Pişirme süresinin doğrusal etkisi model üzerinde pozitif, kuadratik etkisi negatiftir. Karabuğday/yulaf oranının doğrusal ve kuadratik etkileri model üzerinde negatif etki yaratmaktadır. Filizlenme süresinin doğrusal etkisi C* değerleri üzerinde negatif etki yaratırken kuadratik etkisi pozitiftir.

$$\text{Chroma} = 29{,}52 + 1{,}77X_1 - 2{,}97\,X_2 - 0{,}3267\,X_3 - 2{,}49\,X_1^2 - 1{,}37\,X_2^2 + 4{,}01\,X_3^2 - 3{,}78\,X_1^2X_3 \quad (5.8)$$

Çizelge 5.13. Chroma değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

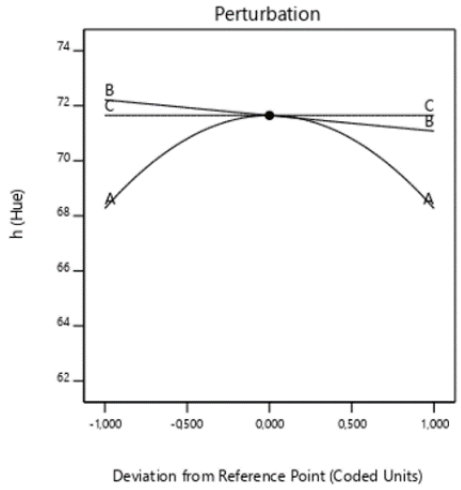
	Hata Kareler Toplamı	SD	Ortalama Hata Karesi	F-değeri	p- değeri
Model	260,23	7	37,18	56,80	< 0.0001
X_1	25,00	1	25,00	38,20	0,0005
X_2	70,65	1	70,65	107,94	< 0.0001
X_3	0,4268	1	0,4268	0,6522	0,4459
X_1^2	22,83	1	22,83	34,89	0,0006
X_2^2	6,89	1	6,89	10,53	0,0142
X_3^2	59,47	1	59,47	90,86	< 0.0001
$X_1^2X_3$	28,61	1	28,61	43,72	0,0003
Kalıntı	4,58	7	0,6545		
Lack of Fit	3,93	5	0,7851	2,39	0,3204
Saf Hata	0,6558	2	0,3279		
Toplam	264,82	14			

5.5.5. h* (hue) değeri

h* (hue) değeri ise 63,37 ± 3,44 ile 73,23 ± 1,69 arasında değişmekte olup en düşük hue değeri 160 ºC'de %100 karabuğday/yulaf ile 1 gün filizlendirilmiş olan 9. koşul, en yüksek hue değeri 160 ºC'de %25 karabuğday/yulaf oranı ile 1 gün filizlendirilmiş olan 12. koşul sağlamıştır (Çizelge 5.8.). Karabuğday oranının azaldıkça h* değerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Model uyumu:

Renk analizi/ hue değeri yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Bağımsız değişkenlerin *hue* değeri üzerine olan etkilerini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.17.'de, kontur grafiği Şekil 5.18.'de görülmektedir.

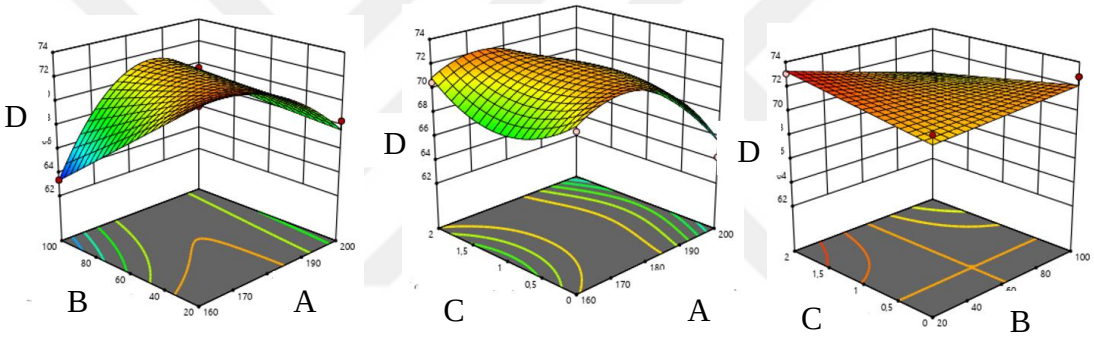


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.17. Bağımsız değişkenlerin hue değeri üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.18. Hue değeri için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: hue değeri)

Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin hue değeri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.9) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$Hue = +71,65 -0,5667\ X_2 + 2,77X_1X_2 -1,03\ X_2X_3 -3,38\ X_1^2 -1,59\ X_1^2X_2 -2,62\ X_1X_3^2 +0,0000\ X_2X_3^2 \quad (5.9)$$

Hue değerinin yanıtına ait model $p<0,0001$ önem seviyesinde önemlidir (Çizelge 5.14.). Karabuğday/yulaf oranı lineer etkisi ile filizlendirme süresi ile ortak etkisi model üzerinde negatif etkilidir. Pişirme sıcaklığının kuadratik etkisi de modeli olumsuz etkilemektedir. Pişirme sıcaklığı ile karabuğday yulaf oranının ortak etkisi model üzerinde pozitiftir.

Çizelge 5.14. Hue değerinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	SD	Ortalama Hata Karesi	F-değeri	p- değeri
Model	125,00	6	20,83	31,48	< 0.0001
X_2	1,28	1	1,28	1,94	0,2011
X_1X_2	30,67	1	30,67	46,35	0,0001
X_2X_3	4,27	1	4,27	6,45	0,0347
X_1^2	42,63	1	42,63	64,41	< 0.0001
$X_1^2X_2$	5,07	1	5,07	7,66	0,0244
$X_1X_3^2$	27,49	1	27,49	41,54	0,0002
$X_2X_3^2$	0,0000	0			
Kalıntı	5,29	8	0,6618		
Lack of Fit	5,15	6	0,8592	12,31	0,0770
Saf Hata	0,1396	2	0,0698		
Toplam	130,29	14			

5.5. Bağımsız Değişkenlerin Antioksidan Kapasite Miktarına Etkisi

Granola barlarının toplam antioksidan kapasite (CUPRAC-bakır indirgeyici antioksidan kapasitesi/Apak ve ark., 2004; DPPH-1,1-difenil-2-pikrilhidrazil/Kumaran ve Karunakaran, 2006; FRAP-demir iyonu indirgeyici antioksidan güç/Benzie ve Strain, 1996), toplam fenolik madde (Folin-Ciocalteu /Velioğlu ve ark, 1998) ve toplam flavonoid madde içeriği (Kim ve ark., 2003) analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.15'te sunulmuştur.

Çizelge 5.15. Granola barların toplam antioksidan kapasite, toplam fenolik ve flavanoid madde miktarı

KOŞUL	CUPRAC (mg trolox/g KM)	DPPH (mg trolox/g KM)	FRAP (mg trolox/g KM)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/ g KM)	Toplam Flavanoid Madde (mg rutin/g KM)
1	12,94 ± 1,52 ^{a}	3,47 ± 0,64 ^{a}	7,55 ± 1,14 ^{ab}	2,08 ± 0,15 ^{ce}	4,61 ± 0,77 ^{b}
2	10,48 ± 1,18 ^{bd}	2,85 ± 0,47 ^{ad}	6,18 ± 0,46 ^{b}	2,10 ± 0,11 ^{ce}	2,69 ± 0,95 ^{bc}
3	11,37 ± 0,92 ^{ac}	3,15 ± 0,39 ^{ac}	5,90 ± 0,38 ^{b}	1,91 ± 0,08 ^{df}	4,16 ± 0,81 ^{bc}
4	10,63 ± 1,17 ^{bd}	2,85 ± 0,18 ^{ad}	6,00 ± 0,53 ^{b}	2,03 ± 0,11 ^{ce}	2,88 ± 0,32 ^{bc}

Çizelge 5.15. Granola barların toplam antioksidan kapasite, toplam fenolik ve flavanoid madde miktarı (devam)

KOŞUL	CUPRAC (mg trolox/g KM)	DPPH (mg trolox/g KM)	FRAP (mg trolox/g KM)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/ g KM)	Toplam Flavanoid Madde (mg rutin/g KM)
5	12,40 ± 1,07 ^{ab}	3,12 ± 0,14 ^{ad}	7,43 ± 0,68 ^{ab}	2,46 ± 0,09 ^{b}	3,10 ± 0,32 ^{bc}
6	9,32 ± 0,22 ^{cd}	2,77 ± 0,18 ^{bd}	6,89 ± 2,12 ^{ab}	1,67 ± 0,08 ^{f}	4,27 ± 0,24 ^{bc}
7	10,88 ± 0,97 ^{ad}	2,49 ± 0,25 ^{d}	6,06 ± 0,66 ^{b}	2,81 ± 0,29 ^{a}	2,80 ± 0,66 ^{bc}
8	11,00 ± 0,77 ^{ad}	3,03 ± 0,18 ^{ad}	6,22 ± 0,72 ^{b}	2,12 ± 0,16 ^{be}	3,60 ± 0,93 ^{bc}
9	12,42 ± 1,32 ^{ab}	3,38 ± 0,46 ^{ab}	9,62 ± 4,66 ^{a}	2,27 ± 0,21 ^{bc}	8,03 ± 4,09 ^{a}
10	12,261 ± 0,63 ^{ab}	3,20 ± 0,10 ^{ac}	6,43 ± 0,75 ^{b}	2,13 ± 0,25 ^{bd}	4,43 ± 0,38 ^{bc}
11	11,10 ± 1,00 ^{ad}	2,99 ± 0,10 ^{ad}	6,76 ± 1,36 ^{ab}	2,27 ± 0,15 ^{bc}	3,13 ± 0,46 ^{bc}
12	10,09 ± 0,65 ^{cd}	2,97 ± 0,39 ^{ad}	6,34 ± 0,83 ^{b}	2,10 ± 0,10 ^{ce}	2,57 ± 0,13 ^{bc}
13	9,18 ± 0,67 ^{c}	2,72 ± 0,25 ^{cd}	5,80 ± 0,23 ^{b}	1,89 ± 0,18 ^{df}	2,03 ± 0,16 ^{c}
14	10,84 ± 0,59 ^{ad}	3,02 ± 0,24 ^{ad}	6,72 ± 0,61 ^{ab}	1,86 ± 0,14 ^{df}	3,49 ± 0,30 ^{bc}
15	10,47 ± 1,82 ^{bd}	3,01 ± 0,25 ^{ad}	5,88 ± 0,36 ^{b}	1,79 ± 0,22 ^{ef}	3,87 ± 1,48 ^{bc}

5.5.1. CUPRAC metodu (Cupric İon Reducing Antioxidant Capacity) ile toplam antioksidan kapasite sonuçları

CUPRAC metodu ile elde edilen sonuçlara göre en yüksek antioksidan kapasite 12,94 ± 1,52 mg trolox / g KM ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 1. koşulda sağlanmıştır. En düşük antioksidan kapasite ise 9,18 ± 0,67 mg trolox / g KM 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 13. koşulda sağlamıştır. Literatürde (Güngör, 2019) yapılan granola bar antioksidan aktivite değeri 7,19 ile 9,80 mg trolox / g KM değerleri aralığında bulunmuştur. Bu değer elde edilen CUPRAC sonuçları değer aralığındadır.

Model uyumu:

CUPRAC yöntemiyle elde edilen toplam toplam antioksidan kapasite miktarına ve diğer biyoaktif bileşenlere ait kübik modelin istatiksel analizi ve lineer, quadratik, kübik ve interaksiyon etkilerinin model üzerindeki istatistiksel önemliliği Çizelge 5.16'da

verilmiştir. Her bir bağımsız değişkenin ve interaksiyonlarının katsayıları ve modele ait diğer veriler Çizelge 5.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.16. CUPRAC yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	16,31	6	2,72	26,04	< 0.0001
X_2	4,19	1	4,19	40,14	0,0002
X_3	7,37	1	7,37	70,65	< 0.0001
X_2X_3	0,8153	1	0,8153	7,81	0,0234
X_1^2	2,33	1	2,33	22,32	0,0015
$X_1^2X_3$	1,44	1	1,44	13,76	0,0060
$X_1X_3^2$	0,5567	1	0,5567	5,33	0,0497
Kalıntı	0,8349	8	0,1044		
Lack of Fit	0,7458	6	0,1243	2,79	0,2873
Saf Hata	0,0891	2	0,0446		
Toplam	17,14	14			

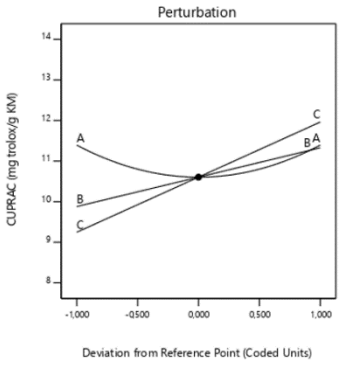
Çizelge 5.17. Biyoaktif bileşen kompozisyonu modellenmesinde kullanılan katsayılar ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerler

Model	**Reduced Cubic**	**Reduced Quadratic**	**Reduced Quadratic**	**Reduced Cubic**	**Reduced Quadratic**
X_0	10,60	6,05	2,98	1,94	3,57
X_1		-0,7195	-0,0712	0,0546	0,1474
X_2	0,7236	0,7597	0,1513		0,9313
X_3	1,36				0,2919
X_1X_2		-0,7297		-0,1262	
X_1X_3					0,3285
X_2X_3	0,4515				
X_1^2	0,7900	0,4793		0,2604	
X_2^2		0,5710	0,0626		
X_3^2			0,0280		-0,2073
$X_1^2X_3$	-0,8475				
$X_1X_2^2$					
$X_1X_3^2$	-0,3731			-0,2518	
$X_2^2X_3$				0,1635	
R^2	0,9513	0,9301	0,8921	0,8512	0,9702
Adj. R^2	0,9148	0,8913	0,8321	0,7685	0,9536

Çizelge 5.17. Biyoaktif bileşen kompozisyonu modellenmesinde kullanılan katsayılar ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerler

Pre. R^2	0,7255	0,7388	0,6984	0,5922	0,9228
Adeq Precision	18,8620	16,9189	12,7990	9,1630	23,4422
%C.V.	2,93	4,95	2,90	5,15	4,89

Elde edilen sonuçlara göre kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması CUPRAC yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasite modelinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Modelin uygunsuzluğunun (lack of fit) p-değerinin 0,05'ten büyük olması ise modelden kaynaklanan hatanın önemsiz olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 5.15.). Çizelge 5.17.'de verilen R^2 değeri 0,85'ten büyük olup varyasyonu büyük oranda karşılamaktadır. Optimizasyonu gerçekleştirilen granola barların CUPRAC yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.19.'da, kontur grafikleri Şekil 5.20.'de görülmektedir.

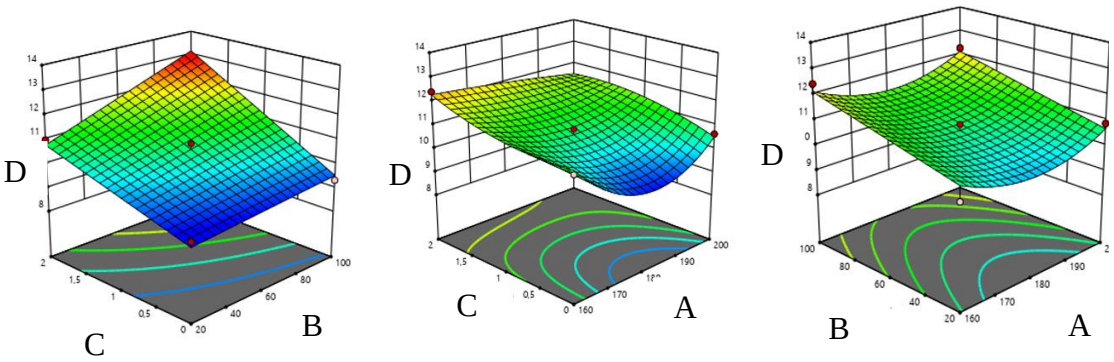


A: Pişirme Sıcaklığı = 180°C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.19. Bağımsız değişkenlerin CUPRAC üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.20. CUPRAC için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: CUPRAC)

Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin CUPRAC değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.10) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$CUPRAC = 10,60 + 0,7236\ X_2 + 1,36\ X_3 + 0,4515\ X_2X_3 + 0,7900\ X_1^2 - 0,8475\ X_1^2X_3 - 0,3731\ X_1X_3^2 \quad (5.10)$$

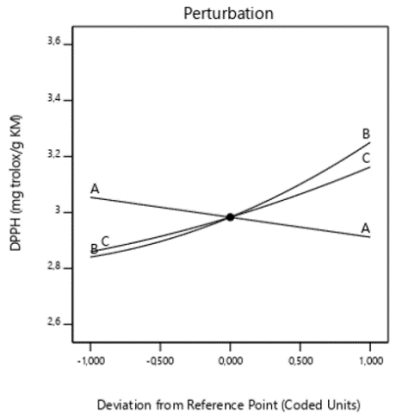
CUPRAC değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler istatistiki açıdan $p<0,05$ önem seviyesinde önemlidir. Karabuğday/yulaf oranı ve filizlendirme süresi CUPRAC metodu ile elde edilen antioksidan kapasite verileri üzerinde lineer ve ortak olarak pozitif yönde etki etmektedir. Pişirme süresinin kuadratik etkisi CUPRAC değeri üzerinde pozitif etkiliyken filizlendirme süresi ile ortak etkisi negatiftir. Pişirme sıcaklığı ile filizlendirme süresinin kuadratik etkisi ortak olarak değerler üzerinde azalışa sebebiyet vermektedir.

5.5.2. DPPH metodu (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) ile toplam antioksidan kapasite sonuçları

DPPH metodu ile antioksidan kapasite analizi sonuçlarına göre en yüksek kapasite 3,47 ± 0,64 mg trolox / g KM ile 180 ^oC'de %100 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 1. koşul sağlamıştır. En düşük antioksidan kapasite ise 2,49 ± 0,25 mg trolox / g KM ile 200 ^oC'de %25 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 7. koşul sağlamıştır (Çizelge 5.15). DPPH ve CUPAC metodu ile antioksidan madde içeriği arasında iyi bir korelasyon olduğu (R^2=0.6094) görülmüştür.

Model uyumu

DPPH yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda elde edilen DPPH yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.21.'de kontur grafikleri Şekil 5.22.'de görülmektedir.

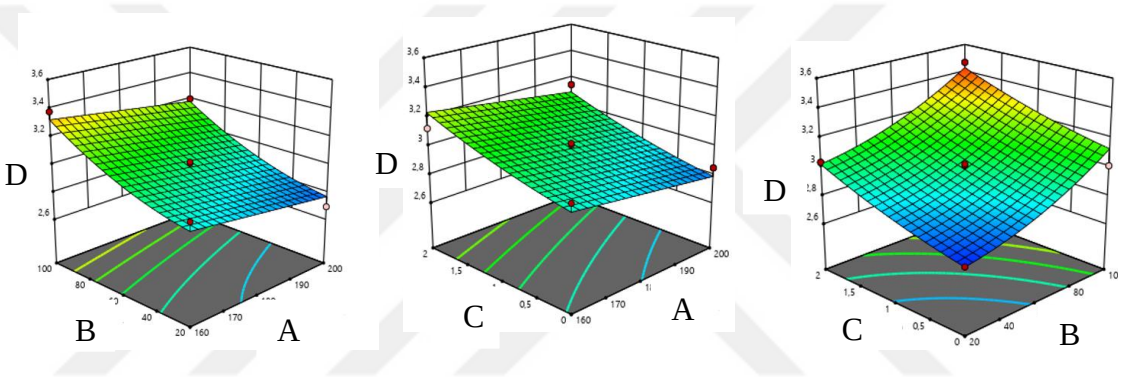


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ^{o}C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.21. Bağımsız değişkenlerin DPPH üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.22. DPPH için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: DPPH)

DPPH analizi ile ölçülen antioksidan madde sonuçları için oluşturulan kuadratik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.18.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin DPPH değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.11) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$DPPH = 2,98 - 0,0712\ X_1 + 0,2047\ X_2 + 0,1513\ X_3 + 0,0626\ X_2^2 + 0,0280\ X_3^2 \qquad (5.11)$$

DPPH değerleri modellemesinde kullanılan X_1, X_2 ve X_3 terimleri istatistiksel olarak $p<0,05$ önem seviyesinde önemlidir. Pişirme sıcaklığı model üzerinde negatif etkiye sahipken, karabuğday/yulaf oranı, filizlendirme süresinin lineer etkisi ve bu değerlerin kuadratik etkisi model üzerinde olumlu etkiye sahiptir.

Çizelge 5.18. DPPH yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

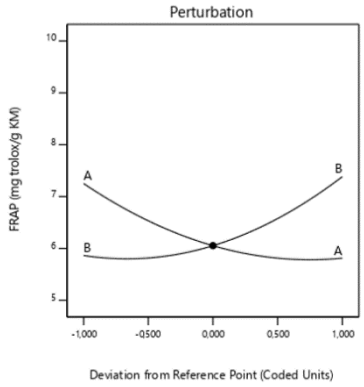
	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Hata Karesi	F-değeri	p- değeri
Model	0,5754	5	0,1151	14,88	0,0004
X_1	0,0406	1	0,0406	5,25	0,0478
X_2	0,3352	1	0,3352	43,33	0,0001
X_3	0,1830	1	0,1830	23,67	0,0009
X_2^2	0,0146	1	0,0146	1,88	0,2030
X_3^2	0,0029	1	0,0029	0,3758	0,5551
Kalıntı	0,0696	9	0,0077		
Lack of Fit	0,0517	7	0,0074	0,8264	0,6463
Saf Hata	0,0179	2	0,0089		
Toplam	0,6450	14			

5.5.3. FRAP metodu (Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç) ile antioksidan kapasite sonuçları

FRAP metodu ile demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç analizi sonuçlarına göre en yüksek sonuç 9,62 ± 4,66 mg trolox / g KM ile 160 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 9. koşulda sağlamıştır. En düşük antioksidan kapasite ise 5,80 ± 0,23 mg trolox / g KM ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 13. koşul sağlamıştır (Çizelge 5.15).

Model uyumu

FRAP yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Optimizasyonu gerçekleştirilen granola barların FRAP yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.23.'te, kontur grafikleri Şekil 5.24.'te görülmektedir.

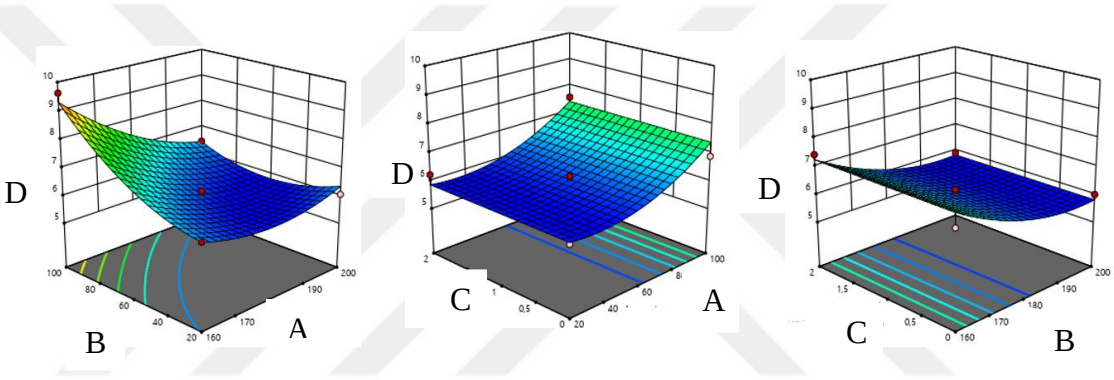


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.23. Bağımsız değişkenlerin FRAP üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.24. FRAP için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: FRAP)

Çizelge 5.19. FRAP yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	12,82	5	2,56	23,97	< 0.0001
X_1	4,14	1	4,14	38,72	0,0002
X_2	4,62	1	4,62	43,17	0,0001
X_1X_2	2,13	1	2,13	19,91	0,0016
X_1^2	0,8533	1	0,8533	7,98	0,0199
X_2^2	1,21	1	1,21	11,32	0,0083
Kalıntı	0,9626	9	0,1070		
Lack of Fit	0,9124	7	0,1303	5,20	0,1708
Saf Hata	0,0502	2	0,0251		
Toplam	13,78	14			

FRAP analizi ile ölçülen antioksidan madde sonuçları için oluşturulan indirgenmiş kuadratik modelin p-değerinin 0,0001'den küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.19.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin FRAP değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.12) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$FRAP = 6,05 - 0,7195X_1 + 0,7597\ X_2 - 0,7297\ X_1X_2 + 0,4793\ X_1^2 + 0,5710\ X_2^2 \qquad (5.12)$$

FRAP değerlerinin modellenmesinde kullanılan terimler $p<0,01$ önem seviyesinde önemlidir. Karabuğday/yulaf oranı, FRAP değerleri üzerinde doğru orantıda etkilidir. Pişirme sıcaklığı ve karabuğday/yulaf oranının kuadratik etkisi de model üzerinde pozitiftir. Ancak pişirme sıcaklığı ve pişirme sıcaklığı- karabuğday/yulaf oranının ortak etkisi model üzerinde negatif etkilidir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde (Chauhan ve ark., 2015; Solgajova ve ark., 2014; Ren ve Sun, 2014; Kim ve ark., 2007; Alvarez-Jubete ve ark., 2010; Hung ve ark., 2021; Mansur ve ark., 2022; Kim ve ark., 2019; Randhir ve ark., 2008; Habryka ve ark., 2021) tohumlardan elde edilen filizlerin biyoaktif bileşen miktarlarında olumlu yönde bir artış olduğu tespit edilmiştir. Karabuğday diğer tahıl/tahıl benzeri tohumlarla karşılaştırıldığında daha yüksek miktarda biyoaktif bileşen kompozisyonuna sahiptir. Yapılan çalışmalarda da genellikle bu tohumların farklı günlerde filizlendirilmesi veya çimlendirilmesi ile biyoaktif bileşen miktarlarındaki değişimler gözlemlenmiştir. Literatürden elde edilen sonuçlar karabuğdayın fide oluşumu olmadan filizlenme zamanlarındaki analiz verileri esas alınarak irdelenmiştir. Tohumlarının toplam antioksidan aktivitenin filizlendirme ile birlikte arttığı tespit edilmiştir. Tez çalışması kapsamında granola barların CUPRAC, FRAP ve DPPH yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite analiz sonuçlarına ve Design Expert programından elde edilen modelleme incelendiğinde filizlendirme süresinin artmasıyla CUPRAC ve DPPH metodu ile elde edilen antioksidan analizi verilerinde ve toplam flavonoid madde içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Karabuğday oranının arttışı ile her üç analiz yöntemde de antioksidan aktivite ve toplam flavonoid analizi verilerinde artış gözlemlenmiştir. Gıdalarda güvenilirliğin yüksek olması için antioksidan aktivite analizleri birden fazla yöntemle

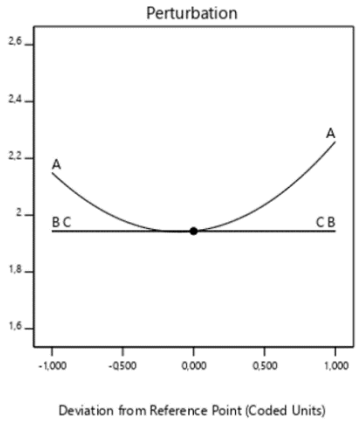
tayin edilmektedir. Bu yöntemler arasındaki fark CUPRAC ve ABTS metotları ile gıdalardaki hem hidrofilik hem de lipofilik antioksidanların tespit edilebilmesine karşılık DPPH metodu ile sadece lipofilik antioksidanların; FRAP metodu ile ise sadece hidrofilik antioksidanların tespit edilebiliyor olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (Kamiloğlu 2019).

5.6. Bağımsız Değişkenlerin Toplam Fenolik Madde İçeriği Üzerine Etkisi

Toplam fenolik madde analizi sonuçlarına göre en yüksek fenolik madde içeriği 2,81 ± 0,29 mg / 100 g GAE ile 200 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 7. koşulda sağlamıştır. En düşük fenolik madde içeriği ise 1,67 ± 0,08 mg/100 g GAE ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşul sağlamıştır. Çizelge 5.15'e göre sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). Literatürde yapılan çalışmalara göre (Ren ve Sun, 2014; Randhir ve ark., 2008; Alvarez-Jubete ve ark., 2010; Hung ve ark., 2021; Habryka ve ark., 2021) karabuğdayın filizlenmesi ile birlikte toplam fenolik madde içeriğinde artış olduğu bulunmuştur.

Model uyumu

Toplam fenol yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda toplam fenol yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.25'te, kontur grafikleri Şekil 5.26.'da görülmektedir.

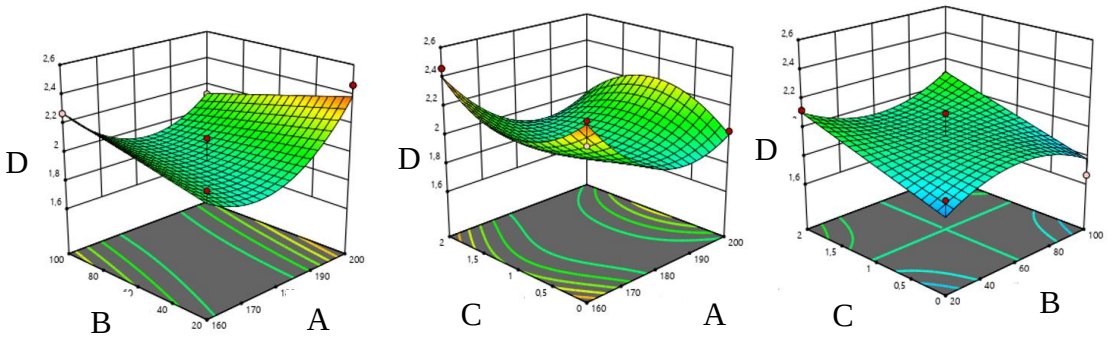


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.25. Bağımsız değişkenlerin toplam fenol üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.26. Toplam fenol için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: toplam fenol)

Çizelge 5.20. Toplam fenol yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	0,5913	5	0,1183	10,30	0,0016
X_1	0,0119	1	0,0119	1,04	0,3346
X_1X_2	0,0637	1	0,0637	5,55	0,0429
X_1^2	0,2531	1	0,2531	22,04	0,0011
$X_1X_3^2$	0,1269	1	0,1269	11,04	0,0089
$X_2X_3^2$	0,1069	1	0,1069	9,31	0,0138
Kalıntı	0,1034	9	0,0115		
Lack of Fit	0,0686	7	0,0098	0,5644	0,7616
Saf Hata	0,0347	2	0,0174		
Toplam	0,6946	14			

Toplam fenolik madde içeriği sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.20.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin toplam fenolik madde değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.13) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Fenol} = 1{,}94 + 0{,}0546\ X_1 - 0{,}1262 X_1X_2 + 0{,}2604\ X_1^2 - 0{,}2518\ X_1X_3^2 + 0{,}1635\ X_2^2X_3 \quad (5.13)$$

Toplam fenolik madde içeriği değerlerinin modellenmesinde kullanılan X_1X_2, X_1^2, $X_1X_3^2$ ve $X_2^2X_3$ terimleri istatistiksel olarak $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemlidir. Pişirme

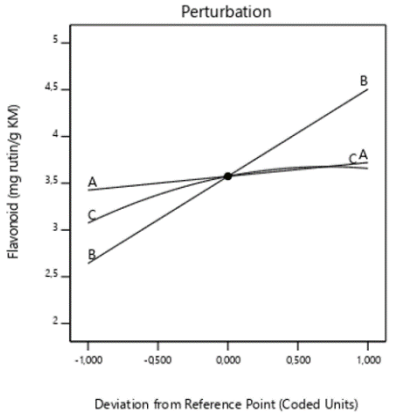
sıcaklığının lineer ve kuadratik etkisi model üzerinde pozitif etkiye sahiptir. Pişirme sıcaklığı-karabuğday/yulaf oranının ortak etkisi negatif etkiye sahiptir.

5.7. Bağımsız Değişkenlerin Toplam Flavanoid Madde İçeriği Üzerine Etkisi

Analiz sonuçlarına göre en yüksek flavanoid madde içeriği 8,03 ± 4,09 mg rutin / g KM ile 160 ^{o}C'de %100 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 9. koşulda sağlamıştır. En düşük flavanoid madde içeriği ise 2,03 ± 0,16 mg rutin / g KM ile ile 180 ^{o}C'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 13. koşul sağlamıştır. Çizelge 5.15.'e göre sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p>0,05$). Literatürde yapılan çalışmalara göre (Ren ve Sun, 2014; Hung ve ark., 2021; Habryka ve ark., 2021) karabuğdayın filizlenmesi ile toplam flavanoid madde içeriğinde artış olduğu bulunmuştur.

Model uyumu

Toplam flavanoid yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda toplam flavanoid yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.27.'de, kontur grafikleri Şekil 5.28.'de görülmektedir.

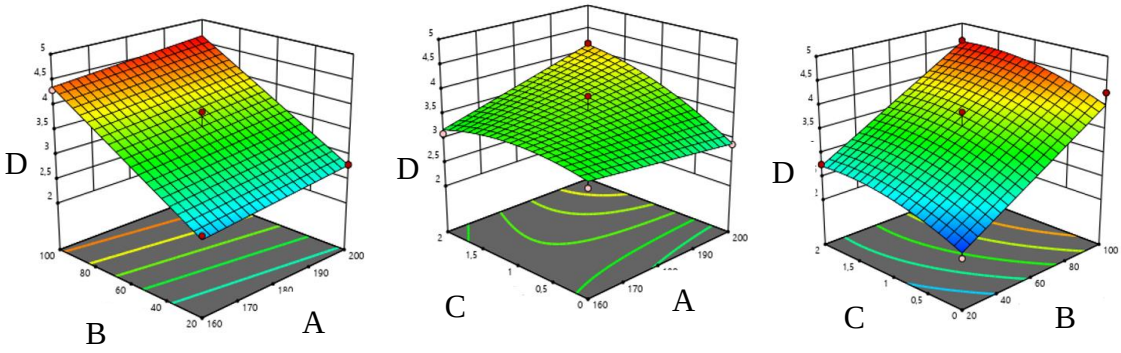


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ^{o}C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.27. Bağımsız değişkenlerin toplam flavanoid madde üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.28. Toplam flavanoid için kontur grafikleri (A:pişirme sıcaklığı, B:karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: toplam flavanoid)

Toplam flavanoid madde sonuçları için oluşturulan kuadratik modelin p-değerinin 0,0001'den küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir. Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin flavonoid değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.14) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Flavonoid} = 3{,}57 + 0{,}1474\,X_1 + 0{,}9313\,X_2 + 0{,}2919\,X_3 + 0{,}3285\,X_1X_3 - 0{,}2073\,X_3^2 \quad (5.14)$$

Çizelge 5.21. Toplam flavanoid madde yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	8,39	5	1,68	58,56	< 0.0001
X_1	0,1739	1	0,1739	6,07	0,0359
X_2	6,94	1	6,94	242,24	< 0.0001
X_3	0,6817	1	0,6817	23,80	0,0009
X_1X_3	0,4318	1	0,4318	15,07	0,0037
X_3^2	0,1604	1	0,1604	5,60	0,0421
Kalıntı	0,2578	9	0,0286		
Lack of Fit	0,1752	7	0,0250	0,6057	0,7414
Saf Hata	0,0826	2	0,0413		
Toplam	8,64	14			

Flavonoid değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemlidir (Çizelge 5.21.). Filizlendirme süresinin kuadratik etkisi dışında

diğer terimler model üzerinde pozitif etkilidir. Tüm bağımsız değişkenlerin model üzerinde doğrusal etkileri mevcuttur. Pişirme sıcaklığı ve filizlendirme süresi modeli ortak olarak pozitif yönde etkilemektedir.

5.8. Bağımsız Değişkenlerin Duyusal Parametreler Üzerine Etkisi

Arı ürünleri ile zenginleştirilmiş filizlendirilmiş karabuğday granola barın duyusal özelliklerini incelemek üzere eğitimli panelistlerden oluşan 7 kişilik bir grup kurulmuş, panelistlere kantitatif tanımlayıcı analiz panel formu sunulmuştur (Ek-2). Referans örnek olarak orta bir pişirme sıcaklığı ve yüksek karabuğday oranına sahip olan 180 ºC'de %100 karabuğday içeriğine sahip, 0 gün süre ile filizlendirilmiş 6. koşul seçilmiştir. Bu koşul herkes tarafından değerlendirilip puan skalası oluşturulmuştur. Diğer örneklerin duyusal puanlamaları yapılırken her bir parametre için referans örnek puanlamaları göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Kodlanan örneklerin soldan sağa doğru sırasıyla önce koklayarak sonra tadarak görünüm, koku, tat & aroma ve tekstür & ağız hissi parametrelerini sırasıyla 0 en düşük yoğunluğu, 9 en yüksek yoğunluğu ifade edecek şekilde 0-9 kategori skalası kullanarak puanlamaları istenmiştir. Duyusal analizin yapıldığı puanlama skalasını içeren çizelge Ek-1'de, kantitatif tanımlayıcı analiz panel formu ise Ek-2'de sunulmuştur.

5.8.1. Görünüm

Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre granola barların görünüm/renk özellikleri incelenmiştir. Granola barların renk/rengin yoğunluğu açısından en 0-9 arası puanlamaya göre en yüksek değer 7,86 ± 0,69 puan ile 160 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 2 gün süre ile filizlendirilmiş olan 5. koşulda, en düşük değer ise 4,29 ± 1,60 puan ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilen 13. koşulda gözlemlenmiştir.

Literatürde granola barın duyusal analizi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde renk değerlerinin ortalama 3,12 ± 0,90 arasında olduğu bulunmuştur (Aigster ve ark., 2011). Tez çalışması kapsamında üretimi yapılan granola barların ise renk değerleri içeriğindeki fırınlanan karabuğday, yulaf ve bağlayıcı olarak kullanılan chia tohumunun koyu

renginden ileri geldiği düşünülmektedir. Yapılan başka bir çalışmada polen ilavesinin rengi koyulaştırdığı ve bulanıklaştırdığı belirtilmiştir (Habryka ve ark., 2021).

Çizelge 5.22. Granola barların görünüm-renk özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları

KOŞUL	İlk Pişirme Sıcaklığı (°C)	Karabuğday: Yulaf Oranı (%)	Karabuğday Filizlendirme Süresi (%)	Renk/rengin yoğunluğu	Yüzey Pürüzlülüğü
1	180	100	2 gün	7,14 ± 0,69 ^{ab}	2,86 ± 0,69 ^{a}
2	180	75	1 gün	6,57 ± 0,79 ^{ac}	2,57 ± 0,53 ^{a}
3	200	75	2 gün	7,00 ± 0,82 ^{ac}	2,43 ± 0,53 ^{a}
4	200	75	0 gün	5,86 ± 1,07 ^{bd}	3,29 ± 0,49 ^{a}
5	160	75	2 gün	7,86 ± 0,69 ^{a}	2,71 ± 0,49 ^{a}
6	180	100	0 gün	6,00 ± 0,82 ^{bd}	2,86 ± 0,90 ^{a}
7	200	25	1 gün	6,43 ± 0,98 ^{ac}	2,86 ± 0,90 ^{a}
8	180	25	2 gün	5,29 ± 1,80 ^{cb}	2,86 ± 0,38 ^{a}
9	160	100	1 gün	5,43 ± 0,53 ^{bd}	2,57 ± 0,53 ^{a}
10	200	100	1 gün	6,57 ± 0,53 ^{ac}	3,00 ± 0,82 ^{a}
11	160	75	0 gün	7,14 ± 0,69 ^{ab}	3,29 ± 0,49 ^{a}
12	160	25	1 gün	5,57 ± 0,53 ^{bd}	2,43 ± 0,53 ^{a}
13	180	25	0 gün	4,29 ± 1,60 ^{d}	3,00 ± 0,82 ^{a}
14	180	75	1 gün	6,71 ± 1,11 ^{ac}	2,57 ± 0,53 ^{a}
15	180	75	1 gün	7,14 ± 1,21 ^{ab}	2,43 ± 0,53 ^{a}

a-f: Harfler, veriler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark ($p<0.05$) olduğunu göstermektedir.

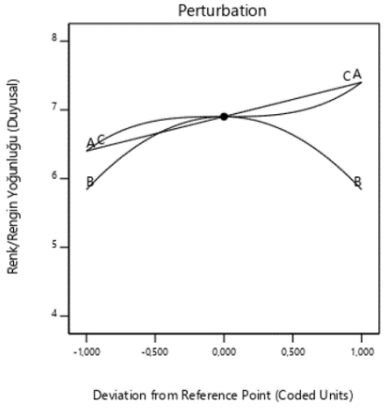
Duyusal analiz sonucunda panelistlerden alınan puanlamaların ortalamaları Desing Expert programı kullanılarak analiz edilmiştir. Granola barların panelistlerce belirlenen *renk/rengin yoğunluğu ve yüzey pürüzlülüğü* puanlamaları üzerinde bağımsız değişkenlerin etkisi gözlemlemek adına modeller elde edilmiştir. *Renk/rengin yoğunluğu* kriteri için oluşturulan model büyük oranda varyasyonu karşılamaktadır. Uyumsuzluk (Lack of Fit) değeri iki parametre için de önemsiz bulunmuştur. Duyusal parametreler için model katsayıları ve modelin uygunluğunu araştırılmasında kullanılan istatistikler Çizelge.5.23.'te verilmiştir.

Çizelge 5.23. Duyusal parametreler/görünüm tanımlayıcı özelliklerin model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri

	Renk/rengin yoğunluğu	**Yüzey Pürüzlülüğü**
Model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model
X_0	6,90	2,64
X_2	0,0000	
X_3	0,5000	-0,0357
X_2^2	-1,06	
X_3^2		0,2661
$X_1^2X_2$		
$X_1^2X_3$		-0,3250
$X_1X_2^2$		0,2143
$X_1X_3^2$	-1,04	
$X_2^2X_3$		
$X_2X_3^2$	0,8929	
R^2	0,9595	0,8898
Adj. R^2	0,9290	0,8458
Pre. R^2	0,8446	0,7458
Adeq Precision	20,6879	13,2688
%C.V.	3,90	3,94

Model uyumu

Duyusal analiz/ renk/rengin yoğunluğu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola barın optimizasyonunda renk/renk yoğunluğu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.29.'da kontur grafikleri Şekil 5.30.'da görülmektedir.

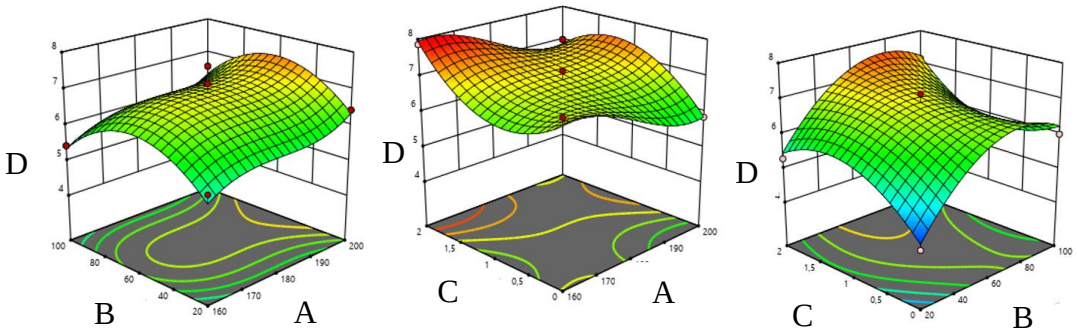


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ^oC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.29. Bağımsız değişkenlerin renk/ rengin yoğunluğu üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği.



Şekil 5.30. Renk/rengin yoğunluğu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: renk/rengin yoğunluğu)

Çizelge 5.24. Renk/rengin yoğunluğu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	11,55	6	1,93	31,55	< 0.0001
X_1					
X_2	0,0000	1	0,0000	0,0000	1.0000
X_3	2,00	1	2,00	32,77	0,0004
X_2^2	4,22	1	4,22	69,09	< 0.0001
$X_1X_3^2$	2,15	1	2,15	35,15	0,0004
$X_2X_3^2$	1,59	1	1,59	26,12	0,0009
X_1^3	1,0000	1	1,0000	16,39	0,0037
Kalıntı	0,4882	8	0,0610		
Lack of Fit	0,3244	6	0,0541	0,6602	0,7066
Saf Hata	0,1638	2	0,0819		
Toplam	12,04	14			

Renk/renk yoğunluğu sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,0001'den küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.24.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin renk/rengin yoğunluğu yanıtı üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.15) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Renk/Rengin Yoğunluğu} = 6{,}90 + 0{,}0000\,X_2 + 0{,}5000\,X_3 - 1{,}06\,X_2^2 - 1{,}04\,X_1X_3^2 + 0{,}8929\,X_2X_3^2 + 0{,}5000\,X_1^3 \quad (5.15)$$

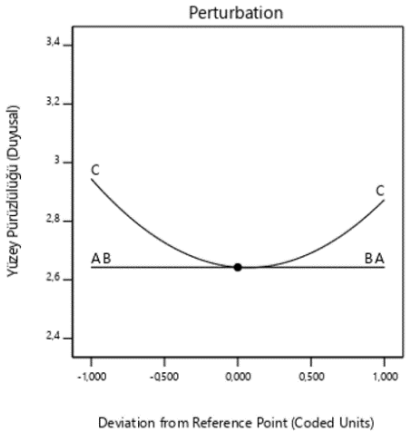
Renk/rengin yoğunluğu değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler p<0,05 önem seviyesinde önemlidir. Karabuğday/yulaf oranının ve filizlendirme süresinin model üzerinde olumlu etkisi vardır. Karabuğday/yulaf oranının kuadratik etkisi model üzerinde negatif etkilidir.

5.8.2. Yüzey pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü açısından en yüksek değer 3,29 ± 0,49 puan ile 200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilen 4. koşulda ve 160 ºC'de %75 karabuğday/yulaf oranı ile 0 gün filizlendirilen 11. koşulda gözlemlenmiştir. En düşük değer ise 2,43 ± 0,53 puan ile 200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 2 gün süre ile filizlendirilen 3. koşulda, 160 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 1 gün süre ile filizlendirilmiş olan 12. koşulda ve 180ºC'de %75 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilen 15. koşulda hissedilmiştir.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ yüzey pürüzlülüğü yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola barın optimizasyonunda yüzey pürüzlülüğü yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.31.'de, kontur grafikleri Şekil 5.32.'de görülmektedir.

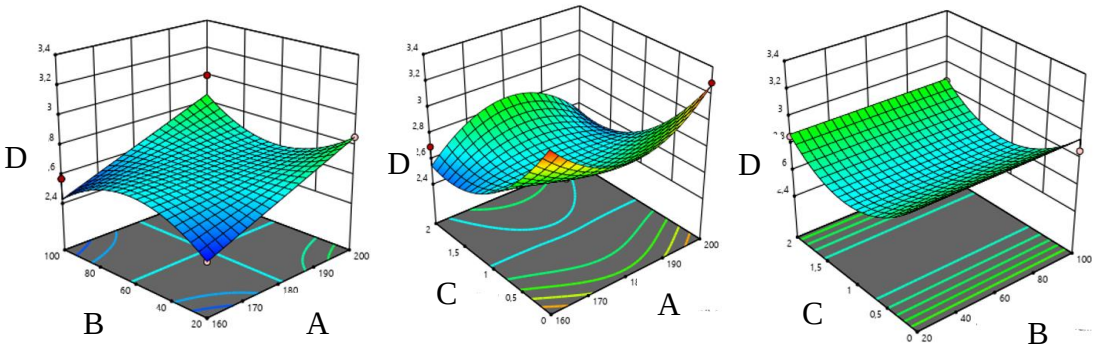


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.31. Bağımsız değişkenlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.32. Yüzey pürüzlülüğü için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yüzey pürüzlülüğü)

Yüzey pürüzlülüğü sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,0001'den küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.25.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin yüzey pürüzlülüğü değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.16) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Çizelge 5.25. Yüzey pürüzlülüğü yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	0,9735	4	0,2434	20,19	< 0.0001
X_3	0,0051	1	0,0051	0,4233	0,5300
X_3^2	0,2643	1	0,2643	21,93	0,0009
$X_1^2X_3$	0,2112	1	0,2112	17,53	0,0009
$X_1X_2^2$	0,1837	1	0,1837	15,24	0,0029
Kalıntı	0,1205	10	0,0121		
Lack of Fit	0,1171	8	0,0146	8,61	0,1082
Saf Hata	0,0034	2	0,0017		
Toplam	1,09	14			

$$\text{Yüzey Pürüzlülüğü} = 2{,}64 - 0{,}0357\,X_3 + 0{,}2661\,X_3^2 - 0{,}3250\,X_1^2X_3 + 0{,}2143\,X_1X_2^2 \quad (5.16)$$

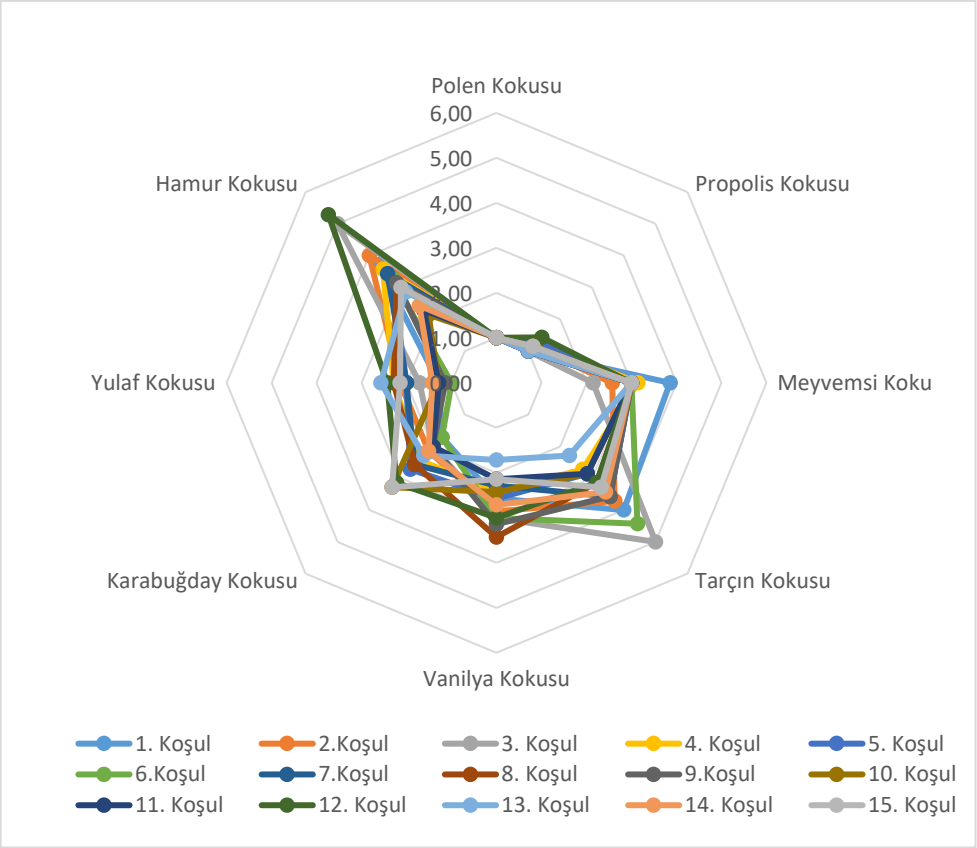
Filizlendirme süresinin lineer etkisi model üzerinde negatif etkiliyken kuadratik etkisi granola barların yüzey pürüzlülüğü üzerinde pozitif etkilidir.

5.9. Bağımsız değişkenlerin duyusal parametreler/koku tanımlayıcı özellikleri üzerine etkisi

Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre granola barların koku özellikleri incelenmiştir. Koku parametrelerinin QDA test ortalamaları Çizelge 5.26'da, örümcek ağı grafiği ise Şekil 5.33.'te verilmiştir.

Çizelge 5.26. Granola barların koku özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları

KOŞUL	Propolis Kokusu	Meyvemsi Koku	Tarçın Kokusu	Vanilya Kokusu	Karabuğday Kokusu	Yulaf Kokusu	Hamur Kokusu
1	1,00 ± 0,00 ^{a}	3,86 ± 0,69 ^{a}	4,00 ± 1,41 ^{ac}	2,57 ± 0,53 ^{ac}	1,71 ± 0,49 ^{c}	1,29 ± 0,49 ^{ce}	3,71 ± 0,76 ^{ad}
2	1,14 ± 0,38 ^{a}	2,57 ± 0,53 ^{ab}	3,71 ± 1,25 ^{ad}	2,86 ± 0,90 ^{ab}	2,14 ± 0,38 ^{bc}	2,14 ± 0,69 ^{ad}	4,00 ± 1,29 ^{ac}
3	1,00 ± 0,00 ^{a}	2,14 ± 0,38 ^{b}	5,00 ± 0,82 ^{a}	3,00 ± 0,82 ^{ab}	2,00 ± 0,00 ^{c}	1,71 ± 0,49 ^{ac}	5,00 ± 0,82 ^{ab}
4	1,29 ± 0,49 ^{a}	3,14 ± 1,07 ^{ab}	2,71 ± 0,76 ^{cd}	2,43 ± 0,79 ^{ac}	2,43 ± 0,79 ^{ac}	2,29 ± 0,49 ^{ac}	3,57 ± 1,13 ^{bd}
5	1,29 ± 0,49 ^{a}	3,00 ± 0,82 ^{ab}	2,86 ± 0,90 ^{bd}	2,57 ± 0,53 ^{ac}	2,71 ± 0,49 ^{ac}	2,00 ± 0,82 ^{ae}	3,29 ± 0,76 ^{cd}
6	1,14 ± 0,38 ^{a}	3,00 ± 0,00 ^{ab}	4,43 ± 0,53 ^{ac}	3,00 ± 0,00 ^{ab}	1,71 ± 0,49 ^{c}	1,00 ± 0,00 e	3,29 ± 1,11 ^{cd}
7	1,00 ± 0,00 ^{a}	3,00 ± 0,58 ^{ab}	3,57 ± 1,13 ^{ad}	2,29 ± 0,49 ^{bc}	2,57 ± 0,53 ^{ac}	2,00 ± 0,82 ^{ae}	3,43 ± 0,79 ^{bd}
8	1,00 ± 0,00 ^{a}	3,00 ± 1,00 ^{ab}	3,14 ± 1,07 ^{bd}	3,43 ± 0,79 ^{a}	2,57 ± 0,53 ^{ac}	2,29 ± 0,49 ^{ac}	3,14 ± 0,69 ^{cd}
9	1,14 ± 0,38 ^{a}	3,00 ± 0,82 ^{ab}	3,57 ± 0,79 ^{ad}	3,14 ± 0,38 ^{ab}	2,00 ± 0,00 ^{c}	1,14 ± 0,38 ^{de}	3,14 ± 0,69 ^{cd}
10	1,14 ± 0,38 ^{a}	3,00 ± 0,82 ^{ab}	2,86 ± 0,90 ^{bd}	2,43 ± 0,79 ^{ab}	3,29 ± 0,76 ^{a}	1,29 ± 0,49 ^{ce}	2,14 ± 0,69 ^{d}
11	1,00 ± 0,00 ^{a}	3,00 ± 1,15 ^{ab}	2,86 ± 0,69 ^{bd}	2,14 ± 0,38 ^{bc}	2,00 ± 0,82 ^{c}	1,29 ± 0,49 ^{ce}	2,29 ± 0,49 ^{d}
12	1,43 ± 0,53 ^{a}	3,00 ± 0,00 ^{ab}	3,14 ± 0,69 ^{bd}	3,00 ± 0,58 ^{ab}	3,14 ± 0,69 ^{ab}	2,43 ± 0,53 ^{ab}	5,29 ± 1,25 ^{a}
13	1,00 ± 0,00 ^{a}	3,00 ± 0,82 ^{ab}	2,29 ± 0,49 ^{d}	1,71 ± 0,49 ^{c}	2,29 ± 0,49 ^{ac}	2,57 ± 0,53 ^{a}	2,86 ± 0,69 ^{cd}
14	1,14 ± 0,38 ^{a}	3,00 ± 0,82 ^{ab}	3,43 ± 1,13 ^{ad}	2,71 ± 0,49 ^{ac}	2,14 ± 0,38 ^{bc}	1,43 ± 0,53 ^{be}	2,43 ± 0,79 ^{cd}
15	1,14 ± 0,38 ^{a}	3,00 ± 0,58 ^{ab}	3,29 ± 0,49 ^{bd}	2,14 ± 0,38 ^{bc}	3,29 ± 0,95 ^{a}	2,14 ± 0,38 ^{ad}	3,00 ± 0,58 ^{cd}



Şekil 5.33. Granola barların koku özelliklerine ait örümcek ağı grafiği

Granola barların panelistlerce belirlenen polen kokusu, propolis kokusu, meyvemsi koku, tarçın kokusu, vanilya kokusu, karabuğday kokusu, yulaf kokusu ve hamur kokusu puanlamaları üzerinde bağımsız değişkenlerin etkisini gözlemlemek adına modeller elde edilmiştir. Tarçın kokusu için oluşturulan model büyük oranda varyasyonu karşılamaktadır (Çizelge 5.27.).

Çizelge 5.27. Duyusal parametreler/koku tanımlayıcı için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri

	Tarçın Kokusu	**Vanilya Kokusu**	**Karabuğday Kokusu**	**Yulaf Kokusu**	**Hamur Kokusu**
Model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model
X_0	3,39	2,63	2,65	1,80	3,35
X_2				-0,5714	
X_3		0,2893			
X_1X_2	-0,2857		0,4643		

Çizelge 5.27. Duyusal parametreler/koku tanımlayıcı için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri (devam)

X_1X_3	0,5714			-0,3214	
X_2X_3	-0,3214	-0,5286			
X_3^2			-0,4745		
$X_1^2X_2$					-0,8679
$X_1^2X_3$	0,5714				0,6786
$X_1X_2^2$		-0,3571			
$X_1X_3^2$	0,5000				0,6786
$X_2X_3^2$	0,7500		-0,3571		
R^2	0,9605	0,7956	0,5756	0,7988	0,7971
Adj. R^2	0,9309	0,7399	0,4598	0,7652	0,7159
Pre. R^2	0,8819	0,6752	0,3270	0,7080	0,6066
Adeq Precision	21,5742	13,6765	6,5154	10,1396	11,6589
%C.V.	5,43	8,80	16,05	14,00	14,13

5.9.1. Polen kokusu

Granola barların polen kokusu özelliği açısından 1-9 arası puanlamaya göre tüm koşullar 1,00 puan ile aynı puanla değerlendirilmiştir. Literatürde polen ilavesinin balın kalite parametreleri üzerine etkisi incelenmiştir Polen ilavesinin baldaki kokusunun hissedilebilirliği panelistler tarafından çok belirgin olduğu belirtilmiştir (Habryka ve ark., 2021). Yanıt yüzey yönteminde polen kokusu için anlamlı bir model elde edilememiştir.

5.9.2. Propolis kokusu

Granola barların propolis kokusu 1,43 ± 0,53 puan ile 160 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 12. koşulda görülmüş, geri kalan koşullarda 1,00 ± 0,00 ile 1,29 ± 0,49 puan arasında değişiklik göstermiştir. Yanıt yüzey yönteminde propolis kokusu için anlamlı bir model elde edilememiştir.

5.9.3. Meyvemsi koku

Meyvemsi koku en çok 3,86 ± 0,69 puan ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 1. koşulda hissedilmiş, en az ise 2,14 ± 0,38 puan ile

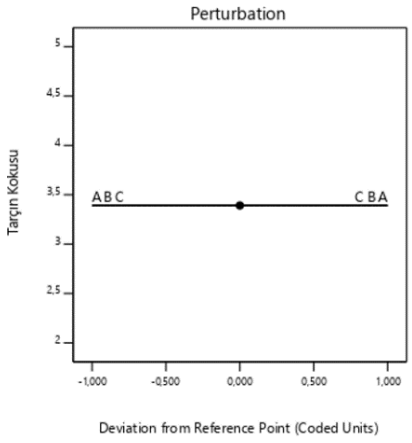
200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 2 gün süre ile filizlendirilmiş olan 3. koşulda hissedilmiştir. Literatürde yapılan bir çalışmada kurutulmuş meyve miktarının meyvemsi koku arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur (Wang ve ark., 2019). Yanıt yüzey yönteminde meyvemsi kokusu için anlamlı bir model elde edilememiştir.

5.9.4. Tarçın kokusu

Tarçın kokusu en çok 5,00 ± 0,82 puan ile 200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 3. koşulda, en az ise 2,29 ± 0,4 puan ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilen 13. koşulda hissedilmiştir.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ tarçın kokusu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola barın optimizasyonunda tarçın kokusu yanıtı üzerine değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.34'te, kontur grafikleri Şekil 5.35.'da görülmektedir.

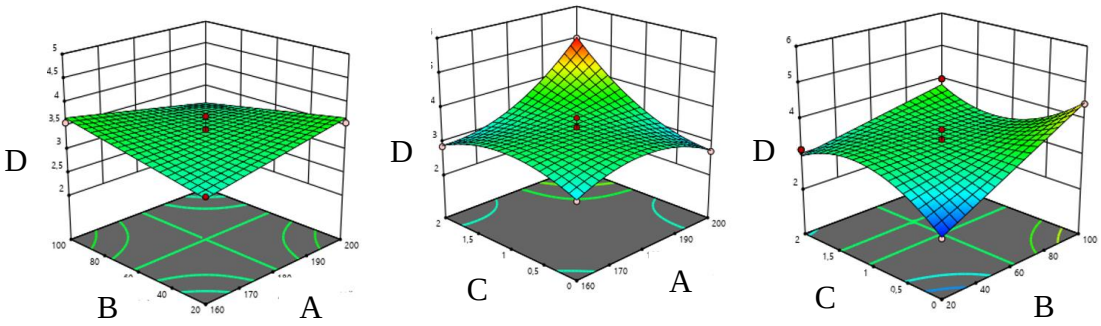


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.34. Bağımsız değişkenlerin tarçın kokusu üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.35. Tarçın kokusu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: tarçın kokusu)

Çizelge 5.28. Tarçın kokusu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	6,60	6	1,10	32,44	< 0.0001
X_1X_2	0,3265	1	0,3265	9,63	0,0146
X_1X_3	1,31	1	1,31	38,51	0,0003
X_2X_3	0,4133	1	0,4133	12,18	0,0082
$X_1^2X_3$	1,31	1	1,31	38,51	0,0003
$X_1X_3^2$	1,0000	1	1,0000	29,48	0,0006
$X_2X_3^2$	2,25	1	2,25	66,34	< 0.0001
Kalıntı	0,2713	8	0,0339		
Lack of Fit	0,1814	6	0,0302	0,6724	0,7012
Saf Hata	0,0899	2	0,0450		
Toplam	6,87	14			

Tarçın kokusu sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,0001'den küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir. Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin tarçın kokusu değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.17) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Tarçın Kokusu} = 3{,}39 - 0{,}2857\ X_1X_2 + 0{,}5714\ X_1X_3 - 0{,}3214\ X_2X_3 + 0{,}5714\ X_1^2X_3 + 0{,}5000X_1X_3^2 + 0{,}7500X_2X_3^2 \quad (5.17)$$

Tarçın kokusu değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemlidir. Karabuğday/yulaf oranının pişirme sıcaklığı ve filizlendirme

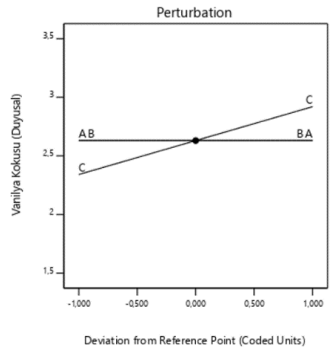
süreleri ile ortak etkisi model üzerinde negatif etkilidir. Ancak pişirme sıcaklığı ile filizlendirme süresinin ortak etkisi model üzerinde olumlu etkilidir.

5.9.5. Vanilya kokusu

Vanilya kokusu en çok 3,43 ± 0,79 puan ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 2 gün süre ile filizlendirilen 8. koşulda, en az ise 1,71 ± 0,49 ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilen 13. koşulda hissedilmiştir (Çizelge 5.26.).

Model uyumu:

Duyusal analiz/ vanilya kokusu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola barın optimizasyonunda vanilya kokusu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.36'de, kontur grafikleri Şekil 5.37.'de görülmektedir.

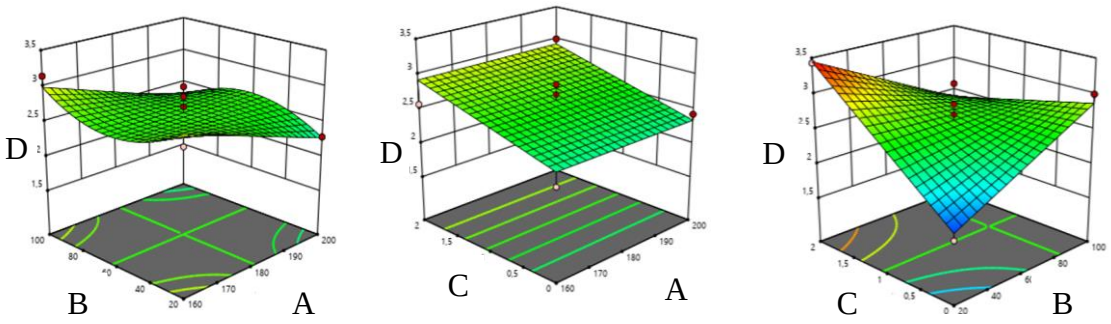


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.36. Bağımsız değişkenlerin vanilya kokusu üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.37. Vanilya kokusu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: vanilya kokusu)

Çizelge 5.29. Vanilya kokusu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Hata Karesi	F-değeri	p- değeri
Model	2,30	3	0,7657	14,28	0,0004
X_3	0,6695	1	0,6695	12,48	0,0047
X_2X_3	1,12	1	1,12	20,83	0,0008
$X_1X_2^2$	0,5102	1	0,5102	9,51	0,0104
Kalıntı	0,5900	11	0,0536		
Lack of Fit	0,3043	9	0,0338	0,2367	0,9492
Saf Hata	0,2857	2	0,1429		
Toplam	2,89	14			

Vanilya kokusu sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.29.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin vanilya kokusu değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.18) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Vanilya Kokusu} = 2,63 + 0,2893\ X_3 - 0,5286\ X_2X_3 - 0,3571X_1X_2^2 \quad (5.18)$$

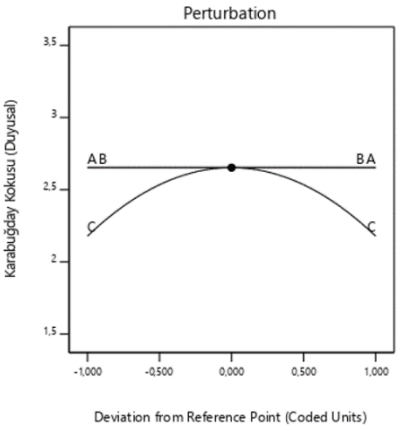
Vanilya kokusu değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0,05$ önem seviyesinde önemlidir. Filizlendirme süresinin lineer etkisi model üzerinde olumludur. Karabuğday/yulaf oranı ile ortak etkisi ise negatiftir.

5.9.6. Karabuğday kokusu

Karabuğday kokusu en çok 3,29 ± 0,76 puan ile 200 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 10. koşulda, en az ise 1,71 ± 0,49 puan ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 1. koşulda ve 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşulda hissedilmiştir (Çizelge 5.26.). Bulunan sonuçlar karabuğday oranının artması ile karabuğday kokusunun artışının doğrusal ilişkisini açıklamaktadır.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ karabuğday kokusu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda karabuğday kokusu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.38.'de kontur grafikleri Şekil 5.39.'da görülmektedir.

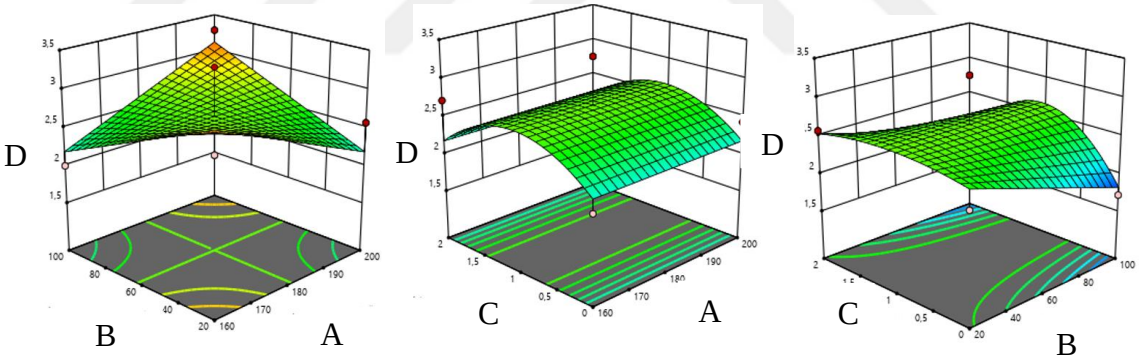


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.38. Bağımsız değişkenlerin karabuğday kokusu üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.39. Karabuğday kokusu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: karabuğday kokusu)

Çizelge 5.30. Karabuğday kokusu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	2,21	3	0,7377	4,97	0,0203
X_1X_2	0,8622	1	0,8622	5,81	0,0346
X_3^2	0,8405	1	0,8405	5,67	0,0365
$X_2X_3^2$	0,5102	1	0,5102	3,44	0,0907

Çizelge 5.30. Karabuğday kokusu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri (devam)

Kalıntı	1,63	11	0,1484		
Lack of Fit	0,7612	9	0,0846	0,1943	0,9677
Saf Hata	0,8707	2	0,4354		
Toplam	3,84	14			

Karabuğday kokusu sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.30.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin karabuğday kokusu değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.19) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Karabuğday Kokusu} = 2,65 + 0,4643\ X_1X_2 - 0,4745\ X_3^2 - 0,3571\ X_2X_3^2 \quad (5.19)$$

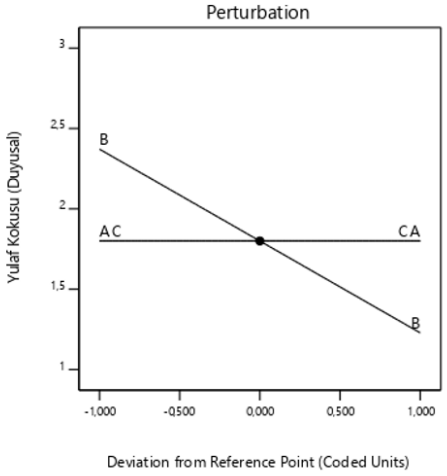
Pişirme sıcaklığı ve karabuğday/yulaf oranının ortak etkisi model üzerinde olumludur. Filizlenme süresinin kuadratik etkisi ise negatiftir.

5.9.7. Yulaf kokusu

Yulaf kokusu en çok 2,57 ± 0,53 puan ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilen 13. koşulda, en az 1,00 ± 0,00 ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşulda hissedilmiştir. Elde edilen veriler karabuğday oranının azalması sonucunda yulaf miktarının artması ile yulaf kokusu ile doğrusal ilişkisini açıklamaktadır.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ yulaf kokusu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda yulaf kokusu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.40'de, kontur grafikleri Şekil 5.41'de görülmektedir.

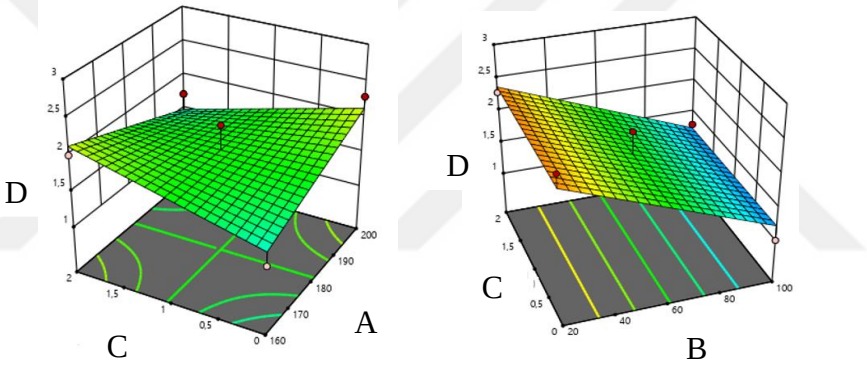


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.40. Bağımsız değişkenlerin duyusal analiz (yulaf kokusu) üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.41. Duyusal analiz için (yulaf kokusu) kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yulaf kokusu)

Çizelge 5.31. Duyusal analiz kapsamında yulaf kokusu kriterinin yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**SD**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	3,03	2	1,51	23,82	< 0.0001
X_2	2,61	1	2,61	41,12	< 0.0001
X_1X_3	0,4133	1	0,4133	6,51	0,0254
Kalıntı	0,7622	12	0,0635		
Lack of Fit	0,4221	10	0,0422	0,2482	0,9479
Saf Hata	0,3401	2	0,1701		
Toplam	3,79	14			

Granola bar örneklerinin duyusal analizinde yulaf kokusu kriterinin puanlaması panelistler tarafından ortalama aralığında değerlendirilmiştir ve p-değerinin 0.0001'den küçük olduğu anlamlı model oluşturulmuştur (Çizelge 5.31.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin duyusal analiz (yulaf kokusu) üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.20) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Yulaf Kokusu} = 1{,}80 - 0{,}5714\, X_2 - 0{,}3214\, X_1 X_3 \qquad (5.20)$$

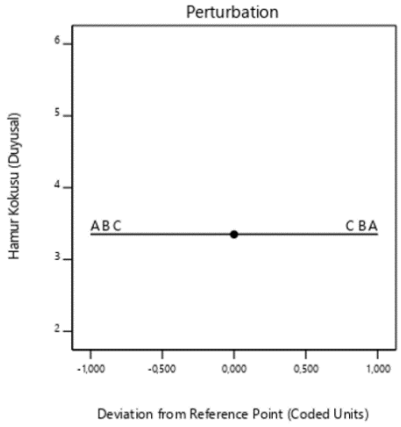
Karabuğday/yulaf oranı arttıkça yulaf kokusu azalmaktadır. Pişirme sıcaklığı ve filizlendirme süresinin ortak etkisi modeli negatif yönde etkilemektedir.

5.9.8. Hamur kokusu

Hamur kokusu en çok 5,29 ± 1,25 ile 160 ^{o}C'de %25 karabuğday/yulaf oranı ile 1 gün filizlendirilen 12. koşulda en az ise 2,14 ± 0,69 ile 200 ^{o}C'de %100 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 10. koşulda hissedilmiştir. Granola barların koku özelliklerine ait örümcek ağı grafiği Şekil 5.33'te verilmiştir. Hamur kokusunun en az en yüksek pişirme sıcaklığı olan 200 ^{o}C'de ve en çok en düşük pişirme sıcaklığı olan 160 ^{o}C'de hissedilmesi pişirme sıcaklığı arttıkça hamur kokusunun azaldığını göstermektedir. Aynı şekilde pişirme sıcaklığı düştükçe pişme oranı azalarak hissedilen hamur kokusunu yoğunluğunu arttırmaktadır.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ hamur kokusu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola barın optimizasyonu kapsamında hamur kokusu yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.42'de, kontur grafikleri Şekil 5.43.'te görülmektedir.

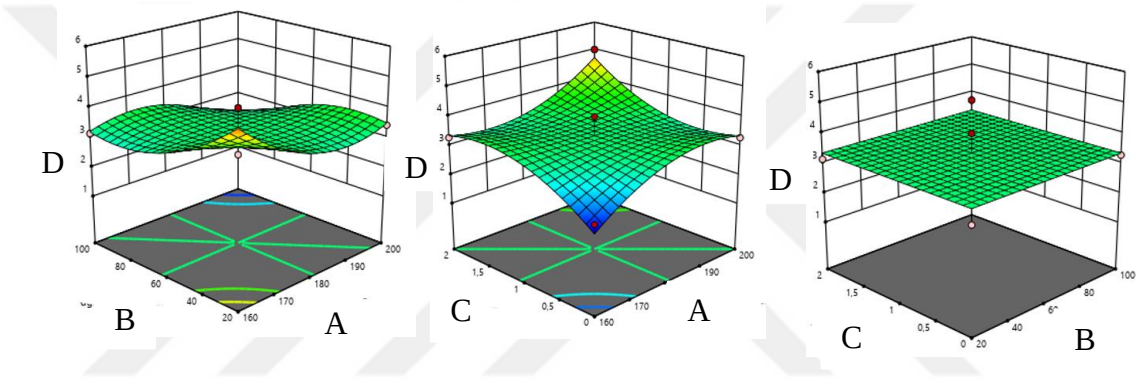


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.42. Bağımsız değişkenlerin *hamur kokusu* üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.43. Hamur kokusu için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: hamur kokusu)

Çizelge 5.32. Hamur kokusu yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	8,80	4	2,20	9,82	0,0017
$X_1^2X_2$	3,01	1	3,01	13,45	0,0043
$X_1^2X_3$	1,84	1	1,84	8,22	0,0167
$X_1X_2^2$	2,10	1	2,10	9,39	0,0120
$X_1X_3^2$	1,84	1	1,84	8,22	0,0167
$X_2^2X_3$					
Kalıntı	2,24	10	0,2240		
Lack of Fit	0,9745	8	0,1218	0,1925	0,9642
Saf Hata	1,27	2	0,6327		
Toplam	11,04	14			

Hamur kokusu yanıtı için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.32). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin hamur kokusu değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.21) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\textit{Hamur Kokusu} = 3{,}35 - 0{,}8679\, X_1^2X_2 + 0{,}6786\, X_1^2X_3 - 0{,}7250\, X_1X_2^2 + 0{,}6786\, X_1X_3^2 \quad (5.21)$$

Hamur kokusu değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemlidir. Pişirme sıcaklığının parabolik etkisi ile karabuğday/yulaf oranının ortak etkisi model üzerinde negatif etkilidir.

5.10. Bağımsız değişkenlerin duyusal parametreler/tat ve aroma tanımlayıcı özellikleri üzerine etkisi

Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre granola barların aroma özellikleri incelenmiştir.

Çizelge 5.33. Granola barların tat & aroma özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları

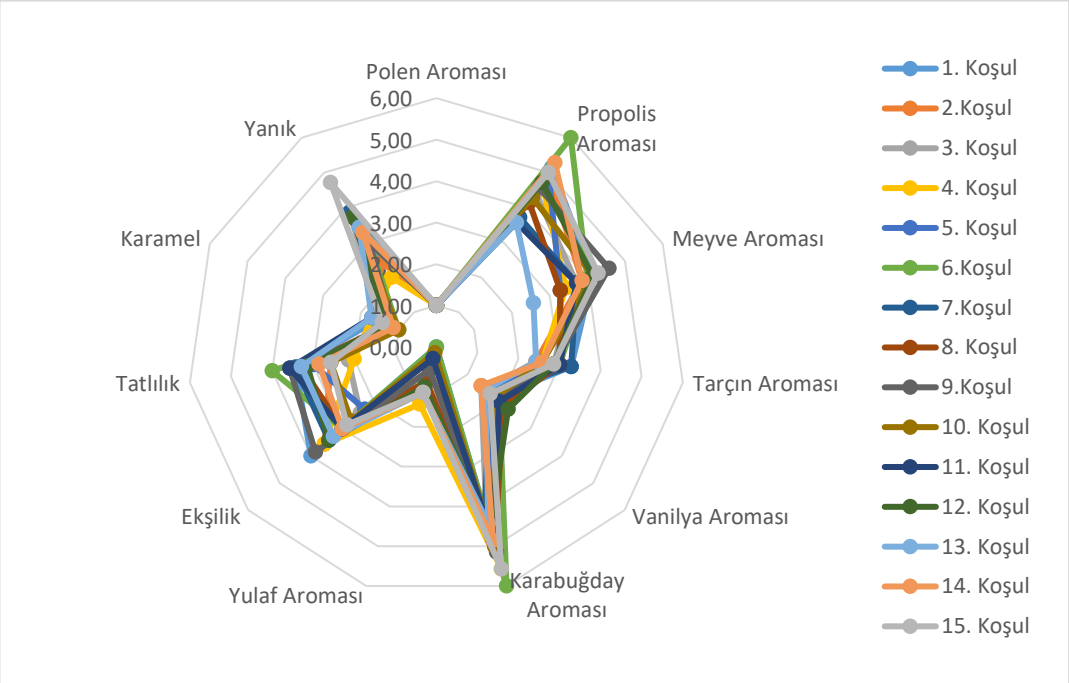
KOŞUL	İlk Pişirme Sıcaklığı(°C)	Karabuğday: Yulaf Oranı	Karabuğday Filizlendirme	Polen Aroması	Propolis Aroması	Meyve Aroması	Tarçın Aroması	Vanilya Aroması	Karabuğday Aroması	Yulaf Aroması	Eksilik	Tatlılık	Karamel	Yanık
1	180	100	2 gün	1,00 ± 0,00 a	5,14 ± 0,38 ab	4,14 ± 0,69 ab	3,29 ± 0,49 a	1,86 ± 0,38 a	5,14 ± 0,90 ab	0,00 ± 0,00 c	4,00 ± 0,82 a	3,43 ± 0,53 ac	1,57 ± 0,53 a	2,71 ± 0,49 bc
2	180	75	1 gün	1,00 ± 0,00 a	5,00 ± 0,82 ab	3,86 ± 0,69 ab	2,43 ± 0,53 a	1,57 ± 0,53 a	5,14 ± 0,69 ab	0,57 ± 0,98 ac	3,57 ± 0,53 ab	2,57 ± 0,53 bc	1,43 ± 0,53 a	2,43 ± 0,53 bc
3	200	75	2 gün	1,00 ± 0,00 a	4,43 ± 0,53 ab	3,71 ± 1,11 ab	2,86 ± 0,69 a	1,43 ± 0,53 a	4,29 ± 0,95 b	1,14 ± 0,38 ab	2,43 ± 0,53 ab	2,14 ± 0,38 ac	1,43 ± 0,53 a	3,86 ± 1,21 ab
4	200	75	0 gün	1,00 ± 0,00 a	4,71 ± 1,80 ab	3,43 ± 0,98 ab	2,57 ± 0,79 a	1,43 ± 0,53 a	5,57 ± 0,79 ab	1,43 ± 0,53 a	3,57 ± 0,53 ab	2,00 ± 0,00 c	1,71 ± 0,49 a	2,00 ± 0,00 c
5	160	75	2 gün	1,00 ± 0,00 a	5,00 ± 1,15 ab	3,29 ± 0,49 ab	3,00 ± 0,82 a	1,57 ± 0,53 a	4,71 ± 0,49 ab	1,00 ± 0,00 ac	2,29 ± 0,49 b	3,00 ± 1,00 ac	1,29 ± 0,49 a	3,00 ± 0,82 bc
6	180	100	0 gün	1,00 ± 0,00 a	6,00 ± 0,00 a	4,00 ± 0,00 ab	3,00 ± 0,00 a	2,00 ± 0,00 a	6,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 c	3,00 ± 0,00 ab	4,00 ± 0,00 a	1,00 ± 0,00 a	3,00 ± 0,00 bc
7	200	25	1 gün	1,00 ± 0,00 a	3,71 ± 1,38 b	3,71 ± 1,11 ab	3,29 ± 0,95 a	1,71 ± 0,49 a	4,14 ± 0,90 b	1,00 ± 0,82 ac	3,43 ± 0,98 ab	3,43 ± 1,13 ac	1,14 ± 0,38 a	3,86 ± 1,21 ab
8	180	25	2 gün	1,00 ± 0,00 a	4,14 ± 0,90 b	3,29 ± 0,76 ab	3,00 ± 0,58 a	2,14 ± 0,38 a	5,00 ± 0,82 ab	0,86 ± 0,69 ac	3,00 ± 1,15 ab	3,29 ± 0,76 ac	1,29 ± 0,49 a	3,29 ± 0,49 ac
9	160	100	1 gün	1,00 ± 0,00 a	4,57 ± 1,62 ab	4,57 ± 1,81 a	2,86 ± 0,38 a	1,86 ± 0,69 a	5,14 ± 0,90 ab	0,57 ± 0,53 ac	3,86 ± 1,21 ab	3,57 ± 0,98 ab	1,14 ± 0,38 a	3,00 ± 0,58 bc
10	200	100	1 gün	1,00 ± 0,00 a	4,29 ± 0,95 ab	4,14 ± 1,07 ab	2,57 ± 0,53 a	1,86 ± 0,69 a	5,00 ± 0,82 ab	0,14 ± 0,38 bc	2,71 ± 0,49 ab	2,57 ± 1,13 ac	1,00 ± 0,00 a	3,71 ± 0,95 ab
11	160	75	0 gün	1,00 ± 0,00 a	3,57 ± 0,79 b	3,71 ± 0,76 ab	3,00 ± 1,00 a	2,00 ± 0,58 a	4,86 ± 1,07 ab	0,29 ± 0,49 bc	3,00 ± 1,15 ab	3,57 ± 0,53 ab	1,71 ± 0,49 a	3,29 ± 0,76 ac
12	160	25	1 gün	1,00 ± 0,00 a	4,71 ± 0,49 ab	4,14 ± 0,38 ab	2,86 ± 1,07 a	2,29 ± 0,76 a	4,57 ± 0,53 ab	1,00 ± 0,82 ac	3,43 ± 0,53 ab	3,14 ± 0,38 ac	1,29 ± 0,49 a	3,71 ± 0,95 ab

Çizelge 5.33. Granola barların tat & aroma özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları (devam)

13	**180**	**25**	**0 gün**	**1,00 ± 0,00 a**	**3,57 ± 0,53 b**	**2,57 ± 0,79 b**	**2,43 ± 0,79 a**	**1,57 ± 0,53 a**	**4,43 ± 0,53 b**	**1,14 ± 0,38 ab**	**3,29 ± 1,25 ab**	**3,29 ± 0,76 ac**	**1,71 ± 0,49 a**	**3,43 ± 1,27 ac**
14	180	75	1 gün	1,00 ± 0,00 a	5,29 ± 0,95 ab	3,86 ± 1,07 ab	2,57 ± 0,53 a	1,43 ± 0,53 a	4,86 ± 0,69 ab	1,14 ± 0,90 ab	3,00 ± 1,15 ab	2,86 ± 0,90 ac	1,14 ± 0,38 a	3,29 ± 0,95 ac
15	180	75	1 gün	1,00 ± 0,00 a	5,00 ± 0,58 ab	4,29 ± 0,76 a	2,86 ± 0,90 a	1,71 ± 0,49 a	5,57 ± 0,98 ab	1,14 ± 0,38 ab	2,86 ± 0,90 ab	2,57 ± 1,13 ac	1,43 ± 0,53 a	4,71 ± 0,76 a

a-f: Harfler, veriler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark ($p<0.05$) olduğunu göstermektedir.

Granola barların aroma özelliklerine ait örümcek ağı grafiği Şekil 5.44'te verilmiştir.



Şekil 5.44. Granola barların aroma özelliklerine ait örümcek ağı grafiği

Granola barların panelistlerce belirlenen polen aroması, propolis aroması, meyve aroması, tarçın aroması, vanilya aroması, karabuğday aroması, yulaf aroması, ekşilik, tatlılık, karamel, yanık puanlamaları üzerinde bağımsız değişkenlerin etkisini gözlemlemek adına modeller elde edilmiştir. Polen aroması, tarçın aroması ve yanık yanıtına ilişkin bir anlamlı bir model oluşmamıştır (Çizelge 5.34.).

Çizelge 5.34. Duyusal parametreler/tat ve aroma tanımlayıcı özellikleri için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri

	Propolis Aroması	Meyve Aroması	Tarçın Aroması	Vanilya Aroması	Karabuğday Aroması	Yulaf Aroması	Eksilik	Tatlılık	Karamel	Yanık
Model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model (Aliased)	Reduced Quadratic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced 2FI model	Reduced Quadratic model	Reduced Cubic model
X_0	5,08	4,08	2,84	1,61	5,16	0,9592	2,96	2,67	1,32	3,29
X_1				-1607				-0,6071		
X_2	1,22	0,3214			0,3512	-0,4107			-0,0893	
X_3	0,2884									
X_1X_2				0,1429				-0,3214		
X_1X_3	-0,4286	0,1786			-0,2857	-0,2500		0,1786		0,5357
X_2X_3					-0,3571				0,2500	
X_1^2	-0,7097				-0,3359	-0,4121				
X_2^2				0,2985		-0,3699	0,3801	0,5714	-0,1648	
X_3^2		-0,4923				0,3308			0,2280	
$X_1^2X_2$	-1,11					-0,4714				
$X_1^2X_3$			0,21		-0,3571		-0,4643			
$X_1X_2^2$	-0,3214	-0,2143						0,4286		
$X_1X_3^2$			0,21			0,3214			-0,1786	
R^2	0,9534	0,8709	0,3479	0,8042	0,8692	0,8280	0,4144	0,9423	0,8887	0,1900
Adj. R^2	0,9134	0,8192	0,2393	0,7259	0,7875	0,7593	0,3168	0,9062	0,8269	0,1277
Pre. R^2	0,7566	0,7230	0,0411	0,5505	0,7049	0,6325	0,1251	0,7179	0,7515	-0,0800
Adeq Precision	17,0263	13,4314	8,0020	9,7871	11,9358	10,2297	5,1107	17,8896	10,5186	4,7828
%C.V.	4,43	4,56	8,44	7,62	4,30	30,05	12,85	5,36	7,59	18,67

5.10.1. Polen aroması

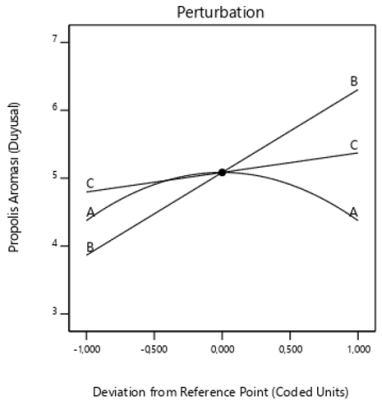
1-9 arası puanlamaya göre 1,00 ± 0,00 puan ile tüm koşulların aynı polen aroması değerinde olduğu gözlemlenmiştir. Literatürde polen miktarının duyusal analiz sonuçlarına etkisinin incelendiğinde; tüm parametrelerde dengeli bir ortalama görülmekte olup 2 g polen içeren örneklerin daha yüksek puan ortalamalarına sahip olduğu görülmektedir (Dokuz Murat, 2021). Yanıt yüzey yönteminde polen aroması için anlamlı bir model elde edilememiştir.

5.10.2. Propolis aroması

Propolis aroması en çok 6,00 ± 0,00 puan ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşulda, en az ise 3,57 ± 0,53 puan ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilen 13. koşulda hissedilmiştir (Çizelge 5.33.).

Model uyumu:

Duyusal analiz/ propolis aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir.

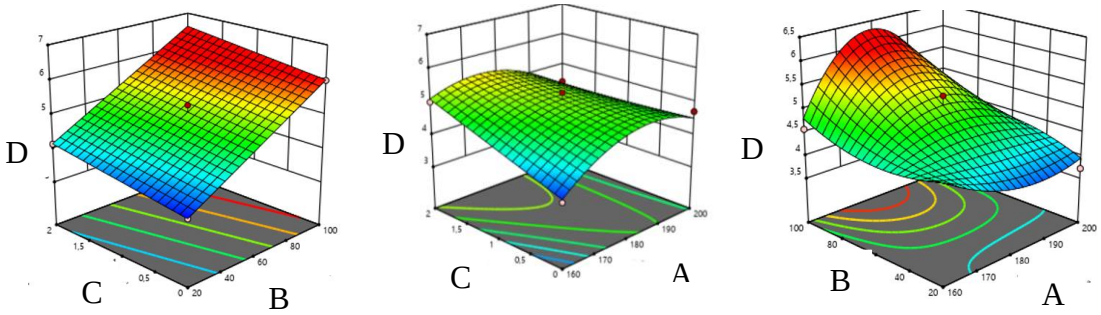


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.45. Bağımsız değişkenlerin propolis aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.46. Propolis aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: propolis aroması)

Çizelge 5.35. Propolis aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	5,88	6	0,9793	23,86	0,0003
X_2	3,92	1	3,92	95,45	< 0.0001
X_3	0,5283	1	0,5283	12,87	0,0089
X_1X_3	0,7347	1	0,7347	17,90	0,0039
X_1^2	1,62	1	1,62	39,56	0,0004
$X_1^2X_2$	1,97	1	1,97	47,88	0,0002
$X_1X_2^2$	0,4133	1	0,4133	10,07	0,0156
Kalıntı	0,2873	7	0,0410		
Lack of Fit	0,2329	5	0,0466	1,71	0,2329
Saf Hata	0,0544	2	0,0272		0,0544
Toplam	6,16	13			6,16

Granola bar optimizasyonunda elde edilen propolis aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.45.'te, kontur grafikleri Şekil 5.46'de görülmektedir.

Propolis aroması yanıtı için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.35). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin propolis aroması değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.22) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Propolis Aroması} = 5{,}08 + 1{,}22\ X_2 + 0{,}2884\ X_3 - 0{,}4286\ X_1X_3 - 0{,}7097\ X_1^2 - 1{,}11\ X_1^2X_2 - 0{,}3214\ X_1X_2^2 \quad (5.22)$$

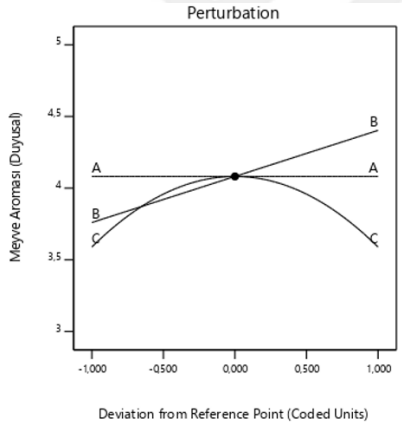
Propolis aroması değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemlidir. Filizlendirme süresinin kuadratik etkileri model üzerinde olumsuzdur. Karabuğday/yulaf oranı ile filizlendirme süresinin lineer etkisi model üzerinde olumludur. Filizlendirme süresi ile pişirme sıcaklığının ortak etkisi model üzerinde negatiftir.

5.10.3. Meyve aroması

Meyve aroması en çok 4,57 ± 1,81 puan ile 160 ºC'de %100 karabuğday/yulaf oranı ile 1 gün filizlendirilmiş olan 9. koşulda, en az ise 2,57 ± 0,79 puan ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilen 13. koşulda hissedilmiştir. Tarçın aroması en çok 3,29 ± 0,95 puan ile 200 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 7. koşulda, en az ise 2,43 ± 0,53 puan ile 180 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 1 gün süre ile filizlendirilen 2. koşulda hissedilmiştir.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ meyve aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda meyve aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.47.'de, kontur grafikleri Şekil 5.48.'de görülmektedir.

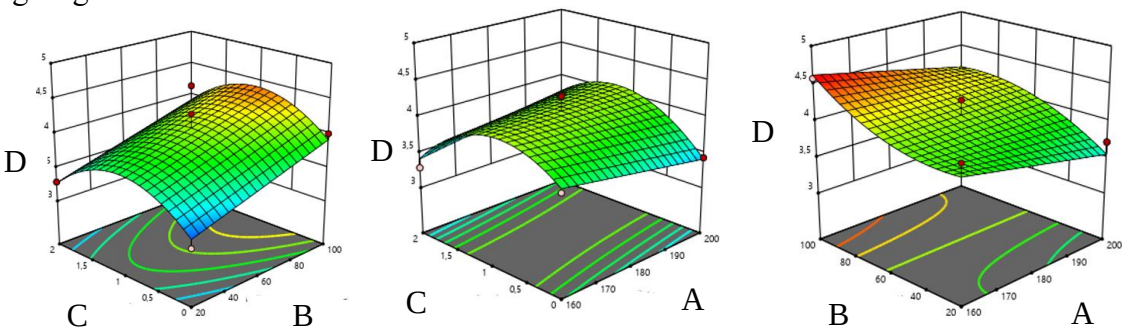


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.47. Bağımsız değişkenlerin meyve aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.48. Meyve aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: meyve aroması)

Çizelge 5.36. Meyve aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Hata Karesi	F-değeri	p- değeri
Model	2,04	4	0,5107	16,86	0,0002
X_2	0,8265	1	0,8265	27,29	0,0004
X_1X_3	0,1276	1	0,1276	4,21	0,0673
X_3^2	0,9050	1	0,9050	29,88	0,0003
$X_1X_2^2$	0,1837	1	0,1837	6,06	0,0335
Kalıntı	0,3028	10	0,0303		
Lack of Fit	0,1804	8	0,0225	0,3683	0,8741
Saf Hata	0,1224	2	0,0612		
Toplam	2,35	14			

Meyve aroması sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.36.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin meyve aroması değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.23) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Meyve Aroması} = 4,08 + 0,3214\ X_2 + 0,1786\ X_1X_3 - 0,4923\ X_3^2 - 0,2143\ X_1X_2^2 \quad (5.23)$$

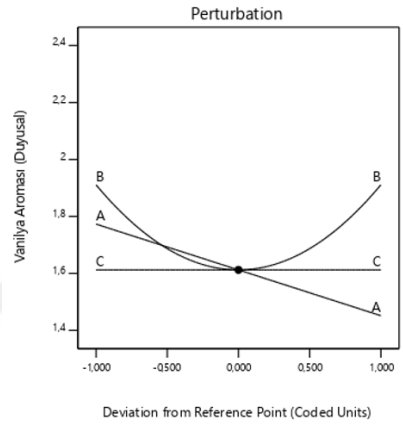
Meyve aroması değerlerinin modellenmesinde kullanılan X_2, X_3^2 ve $X_1X_2^2$ terimleri $p<0,05$ önem seviyesinde önemlidir. Karabuğday/yulaf oranının lineer etkisi model üzerinde olumludur. Pişirme sıcaklığı ve filizlendirme süresinin ortak etkileri ise model üzerinde pozitiftir. Filizlendirme süresinin kuadratik etkisi model üzerinde negatiftir.

5.10.4. Vanilya aroması

Vanilya aroması en çok 2,29 ± 0,76 puan ile 160 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 12. koşulda, 1,43 ± 0,53 puan ile 200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 2 gün süre ile filizlendirilmiş olan 3. koşulda, 200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilmiş olan 4. koşulda ve 180 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 1 gün süre ile filizlendirilmiş olan 14. koşulda hissedilmiştir.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ vanilya aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda vanilya aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.49.'da, kontur grafikleri Şekil 5.50.'de görülmektedir.

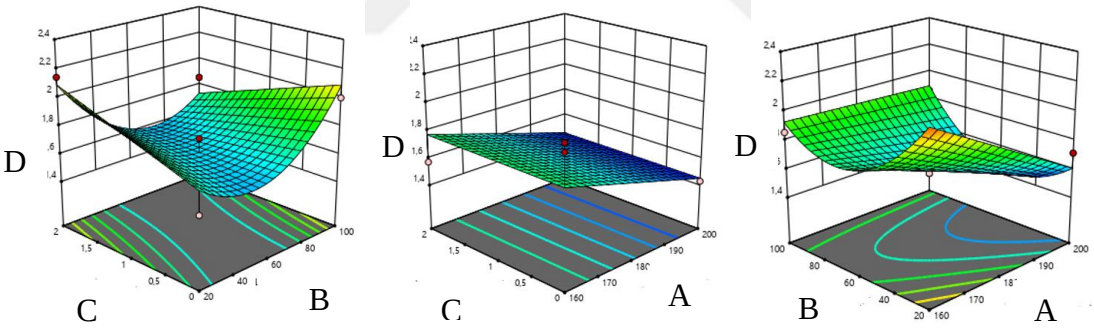


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.49. Bağımsız değişkenlerin vanilya aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.50. Vanilya aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: vanilya aroması)

Çizelge 5.37. Vanilya aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	0,7484	4	0,1871	10,27	0,0014
X_1	0,2066	1	0,2066	11,34	0,0072
X_1X_2	0,0816	1	0,0816	4,48	0,0604
X_2X_3	0,1276	1	0,1276	7,00	0,0245

Çizelge 5.37. Vanilya aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri (devam)

X_2^2	0,3326	1	0,3326	18,25	0,0016
Kalıntı	0,1822	10	0,0182		
Lack of Fit	0,1686	8	0,0211	3,10	0,2669
Saf Hata	0,0136	2	0,0068		
Toplam	0,9306	14			

Vanilya aroması sonuçları için oluşturulan kuadratik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.37.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin vanilya aroması değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.24) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Vanilya Aroması} = 1{,}61 - 0{,}1607\, X_1 + 0{,}1429\, X_1X_2 - 0{,}1786\, X_2X_3 + 0{,}2985\, X_2^2 \qquad (5.24)$$

Vanilya aroması değerlerinin modellenmesinde kullanılan X_1, X_2X_3 ve X_2^2 terimleri $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemlidir. Pişirme sıcaklığının lineer etkisi model üzerinde negatiftir. Pişirme sıcaklığı ile karabuğday/yulaf oranının ortak etkisi ve karabuğday/yulaf oranı kuadratik etkisi model üzerinde olumludur. Karabuğday/yulaf oranı ile filizlendirme süresinin ortak etkisi model üzerinde negatif etkilidir.

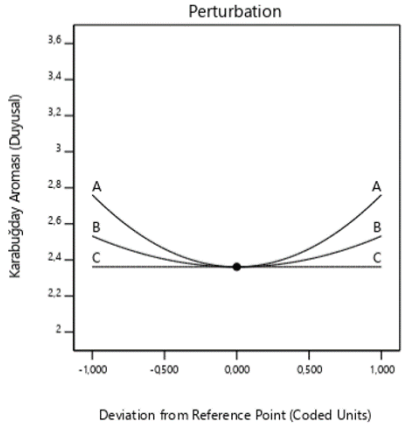
5.10.5. Karabuğday aroması

Karabuğday aroması en çok 6,00 ± 0,00 puan ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşulda, en az ise 4,14 ± 0,90 puan ile 200 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 7. koşulda hissedilmiştir.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ karabuğday aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda karabuğday aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin

etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.51'de, kontur grafikleri Şekil 5.52.'de görülmektedir.

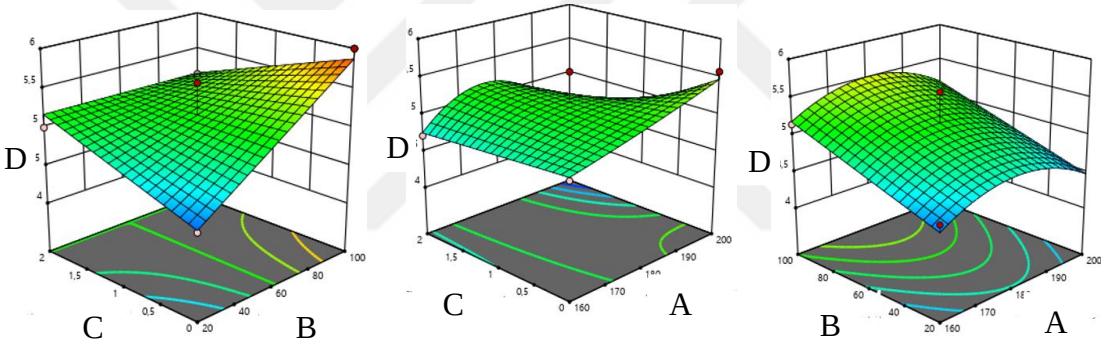


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.51. Bağımsız değişkenlerin karabuğday aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.52. Karabuğday aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: karabuğday aroması)

Çizelge 5.38. Karabuğday aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	2,48	5	0,4957	10,63	0,0022
X_2	0,8457	1	0,8457	18,14	0,0028
X_1X_3	0,3265	1	0,3265	7,00	0,0294
X_2X_3	0,5102	1	0,5102	10,94	0,0107
X_1^2	0,3908	1	0,3908	8,38	0,0200
$X_1^2X_3$	0,5102	1	0,5102	10,94	0,0107
Kalıntı	0,3729	8	0,0466		

Çizelge 5.38. Karabuğday aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri (devam)

Lack of Fit	0,1144	6	0,0191	0,1476	0,9711
Saf Hata	0,2585	2	0,1293		
Toplam	2,85	13			

Karabuğday aroması sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.38.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin karabuğday aroması değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.25) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Karabuğday Aroması} = 5{,}16 + 0{,}3512\ X_2 - 0{,}2857\ X_1X_3 - 0{,}3571\ X_2X_3 - 0{,}3359\ X_1^2 - 0{,}3571\ X_1^2X_3 \quad (5.25)$$

Karabuğday/yulaf oranının lineer etkisi model üzerinde olumludur. Pişirme sıcaklığı-filizlendirme süresi ve karabuğday/y yulaf oranı- filizlendirme süresi ortak etkileri model üzerinde negatiftir. Pişirme sıcaklığının parabolik etkisi model üzerinde negatiftir.

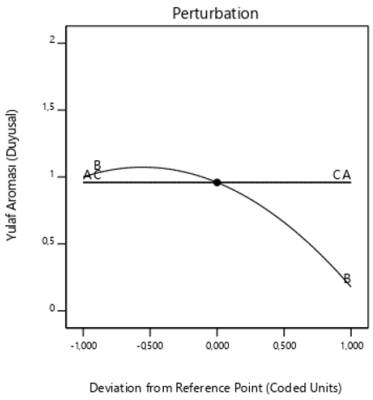
5.10.6. Yulaf aroması

Yulaf aroması en çok 1,43 ± 0,53 puan ile 200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 4. koşulda, en az ise 0,00 ± 0,00 puan ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 1. koşul ve 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşulda hissedilmiştir. Karabuğday oranının artması ile karabuğday aromasının artması, yulaf aroması arttıkça da yulaf aromasının artması elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ yulaf aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda yulaf aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini

gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.53.'te, kontur grafikleri Şekil 5.54.'te görülmektedir.

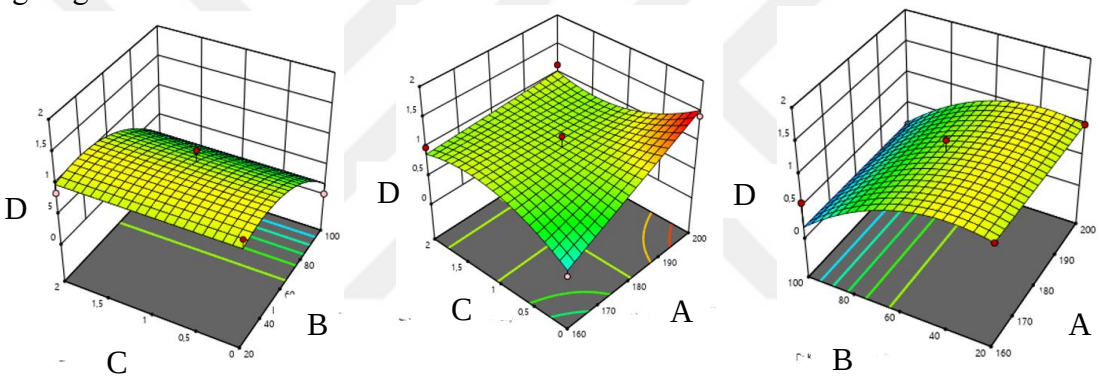


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.53. Bağımsız değişkenlerin yulaf aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.54. Yulaf aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yulaf aroması)

Çizelge 5.39. Yulaf aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	2,52	4	0,6309	12,04	0,0008
X_2	1,35	1	1,35	25,75	0,0005
X_1X_3	0,2500	1	0,2500	4,77	0,0539
X_2^2	0,5108	1	0,5108	9,75	0,0108
$X_1X_3^2$	0,4133	1	0,4133	7,89	0,0185
Kalıntı	0,5241	10	0,0524		
Lack of Fit	0,3064	8	0,0383	0,3518	0,8832
Saf Hata	0,2177	2	0,1088		
Toplam	3,05	14			

Yulaf aroması sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.39.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin yulaf aroması değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.26) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Yulaf Aroması} = 0{,}9592 - 0{,}4107\, X_2 - 0{,}2500\, X_1X_3 - 0{,}3699\, X_2^2 + 0{,}3214\, X_1X_3^2 \quad (5.26)$$

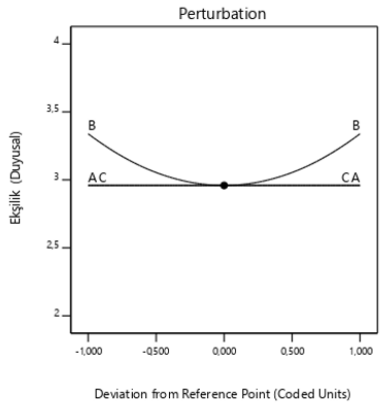
Karabuğday/yulaf oranının lineer etkisi model üzerinde olumsuzdur. Pişirme sıcaklığı ve filizlendirme süresinin ortak etkisi ve karabuğday/yulaf oranı kuadratik etkileri model üzerinde negatiftir.

5.10.7. Ekşilik

Ekşilik en çok 4,00 ± 0,82 puan ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 1. koşulda, en az ise 2,29 ± 0,49 puan ile 160 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 5. koşulda hissedilmiştir (Çizelge 5.33.).

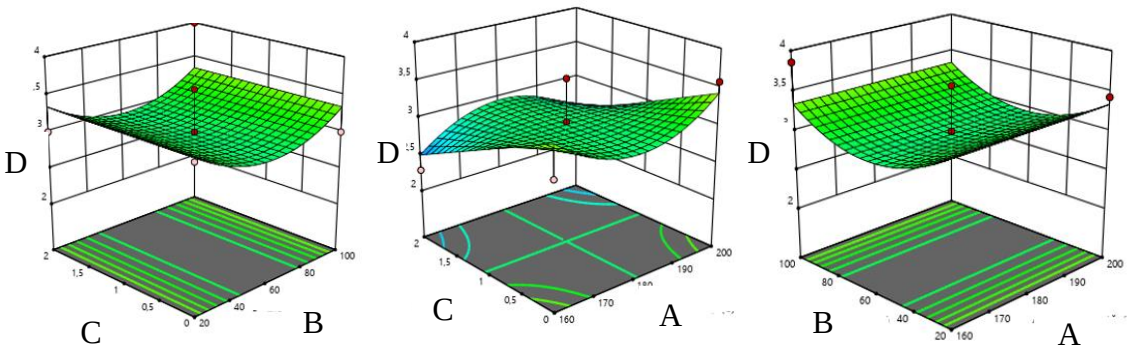
Model uyumu:

Duyusal analiz/ ekşilik yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda ekşilik yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.55.'te, kontur grafikleri Şekil 5.56.'da görülmektedir.



A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC
B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60
C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.55. Bağımsız değişkenlerin ekşilik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.56. Ekşilik için kontur grafikleri (a: pişirme sıcaklığı, b: karabuğday/yulaf oranı, c: filizlendirme süresi, d: ekşilik)

Çizelge 5.40. Ekşilik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	1,40	2	0,7008	4,25	0,0403
X_2^2	0,5394	1	0,5394	3,27	0,0958
$X_1^2X_3$	0,8622	1	0,8622	5,22	0,0413
Kalıntı	1,98	12	0,1651		
Lack of Fit	1,69	10	0,1695	1,19	0,5411
Saf Hata	0,2857	2	0,1429		
Toplam	3,38	14			

Ekşilik sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.40.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin ekşilik değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.27) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Ekşilik} = 2,96 + 0,3801\ X_2^2 - 0,4643\ X_1^2X_3 \qquad (5.27)$$

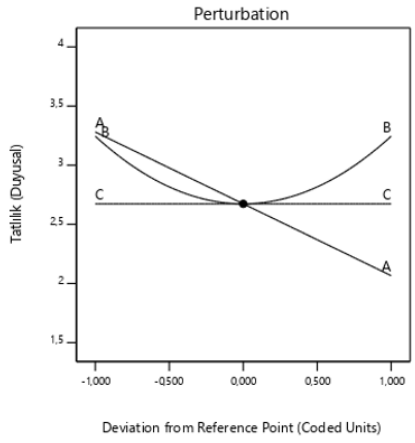
Karabuğday/yulaf oranının artışı ekşilik puanlamalarında, pozitif yönde parabolik etki yaratmıştır. Pişirme sıcaklığının parabolik etkisinin filizlendirme süresi ile ortak etkisi model üzerinde negatiftir.

5.10.8. Tatlılık

Tatlılık en çok 4,00 ± 0,00 puan ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşulda, en az ise 2,00 ± 0,00 puan ile 200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 4. koşulda hissedilmiştir. (Çizelge 5.33.). Literatürde yapılan granola ile ilgili duyusal analiz sonuçlarına göre tatlılık değerinin 3.12 ± 0.89 arasında olduğu bulunmuştur (Aigster ve ark., 2011). Glutensiz fonksiyonel bar üretimi ve bazı kalite özelliklerinin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada karabuğday patlağı miktarı 7,5 g olan örnekler, 5 g ve 10 g karabuğday patlağı eklenmiş örneklerle kıyaslandığında çiğnenebilirlik, tatlılık, dişlere yapışma, doku ve genel kabul edilebilirlik parametrelerinde görece daha yüksek ortalamaya sahip olduğu görüşmüştür (Dokuz Murat, 2021). Tez çalışması kapsamında üretilen arı ürünleri ile zenginleştirilmiş filizlendirilmiş karabuğday granolasının içerdiği bal, elma suyu konsantresi, tarçın ve kuru meyve hammaddelerinin tatlılık değerini yükselttiği belirlenmiştir.

Model uyumu:

Duyusal analiz/ tatlılık yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda tatlılık yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.57.'de, kontur grafikleri Şekil 5.58'da görülmektedir.

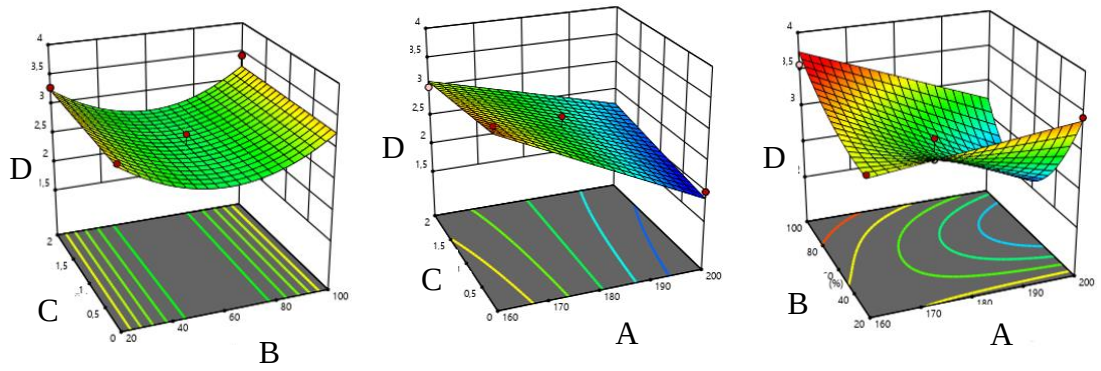


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.57. Bağımsız değişkenlerin tatlılık üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.58. Tatlılık için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: tatlılık)

Çizelge 5.41. Tatlılık yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	3,29	5	0,6571	26,13	< 0.0001
X_1	1,47	1	1,47	58,64	< 0.0001
X_1X_2	0,4133	1	0,4133	16,43	0,0037
X_1X_3	0,1276	1	0,1276	5,07	0,0544
X_2^2	1,14	1	1,14	45,45	0,0001
$X_1X_2^2$	0,3673	1	0,3673	14,61	0,0051
Kalıntı	0,2012	8	0,0251		
Lack of Fit	0,1467	6	0,0245	0,8988	0,6118
Saf Hata	0,0544	2	0,0272		
Toplam	3,49	13			

Tatlılık sonuçları için oluşturulan modelin p-değerinin 0.0001'den küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.41.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin tatlılık değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.28) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Tatlılık} = 2{,}67 - 0{,}6071\ X_1 - 0{,}3214\ X_1X_2 + 0{,}1786\ X_1X_3 \qquad (5.28)$$

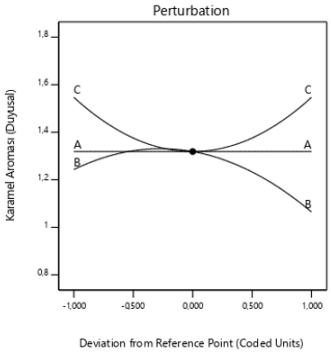
Pişirme sıcaklığının artışı, tatlılık puanlamasında azalmaya sebebiyet vermiştir. Pişirme sıcaklığı ile karabuğday/yulaf oranının ortak etkisi model üzerinde negatiftir. Pişirme sıcaklığı ve filizlendirme süresinin ortak etkisi model üzerinde olumludur.

5.10.9. Karamel aroması

Karamel aroması en çok 1,71 ± 0,49 puan ile 200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 4. koşulda, 160 ºC'de %75 karabuğday/yulaf oranı ile 0 gün filizlendirilen 11. koşulda ve 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 13. koşulda hisedilmiştir. En az ise 1,00 ± 0,00 puan ile 180ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşulda ve 200 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 10. koşulda hissedilmiştir (Çizelge 5.33.).

Model uyumu:

Duyusal analiz/ karamel aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda karamel aroması yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.60.'ta, kontur grafikleri Şekil 5.61.'de görülmektedir.

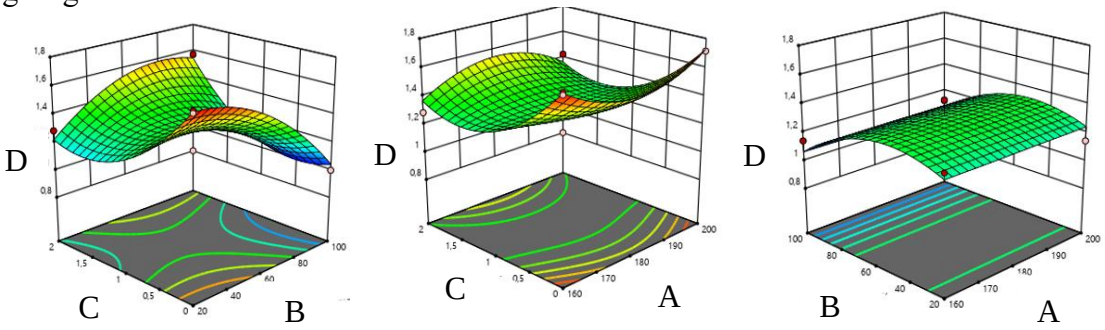


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.59. Bağımsız değişkenlerin karamel aroması üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.60. Karamel aroması için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: karamel aroması)

Çizelge 5.42. Karamel aroması yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Hata Karesi	F-değeri	p- değeri
Model	0,7569	5	0,1514	14,37	0,0005
X_2	0,0638	1	0,0638	6,06	0,0361
X_2X_3	0,2500	1	0,2500	23,74	0,0009
X_2^2	0,1009	1	0,1009	9,58	0,0128
X_3^2	0,1931	1	0,1931	18,34	0,0020
$X_1^2X_3$	0,1276	1	0,1276	12,11	0,0069
Kalıntı	0,0948	9	0,0105		
Lack of Fit	0,0404	7	0,0058	0,2119	0,9496
Saf Hata	0,0544	2	0,0272		
Toplam	0,8517	14			

Karamel aroması sonuçları için oluşturulan kuadratik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.42.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin karamel aroması değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.29) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Karamel Aroması} = 1{,}32 - 0{,}0893\ X_2 + 0{,}2500\ X_2X_3 - 0{,}1648\ X_2^2 + 0{,}2280\ X_3^2 - 0{,}1786\ X_1^2X_3 \quad (5.29)$$

Karamel aroması değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0{,}05$ önem seviyesinde önemlidir. Karabuğday/yulaf oranı lineer etkisi model üzerinde olumsuz iken, filizlendirme süresi ile ortak etkisi model üzerinde olumludur. Karabuğday/yulaf oranın kuadratik etkisi model üzerinde negatif etki gösterirken, filizlendirme süresinin kuadratik etkisi pozitiftir.

5.10.10. Yanık tadı

Yanık tadı en çok 4,71 ± 0,76 ile 180 °C'de %75 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 15. koşulda, en az ise 2,00 ± 1,00 ile 200 °C'de %75 karabuğday oranı

ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 4. koşulda hissedilmiştir (Çizelge 5.33.). Yanıt yüzey yönteminde yanık tadı için anlamlı bir model elde edilememiştir.

5.11. Bağımsız değişkenlerin duyusal parametreler yüzey özellikleri üzerine etkisi

Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre granola barların yüzey özellikleri incelenmiştir. Granola barların yüzey özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları Çizelge 5.43.'de, örümcek ağı grafiği Şekil 5.61'de verilmiştir.

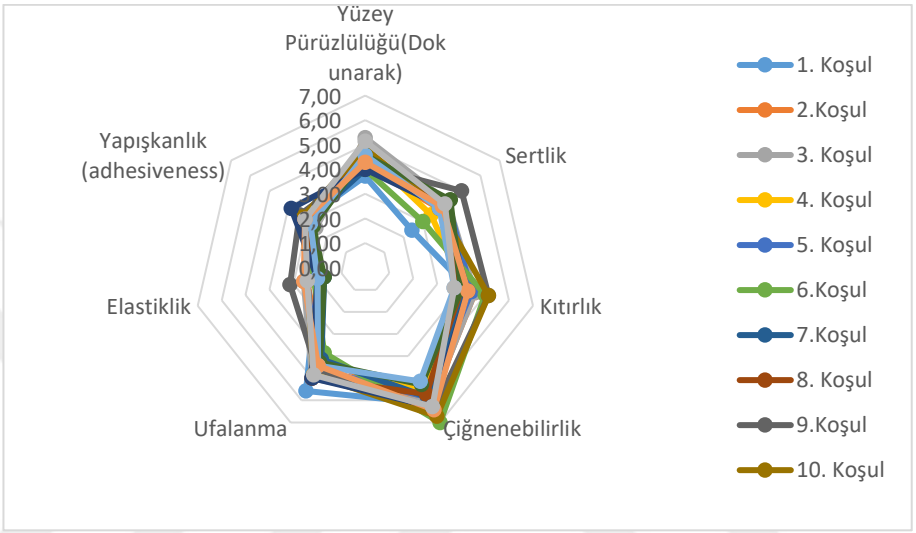
Çizelge 5.43. Granola barların yüzey özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları

KOŞUL	İlk Pişirme Sıcaklığı(°C)	Karabuğday:Yulaf Oranı (%)	Karabuğday Filizlendirme Süresi (%)	Yüzey Pürüzlülüğü (Dokunarak)	Sertlik	Kıtırlık	Çiğnenebilirlik	Ufalanma	Elastiklik	Yapışkanlık (adhesiveness)
1	180	100	2 gün	3,71 ± 0,76 b	2,43 ± 0,53 c	4,43 ± 1,13 a	6,14 ± 0,38 ac	5,57 ± 0,79 a	2,00 ± 0,00 b	3,14 ± 0,69 a
2	180	75	1 gün	4,14 ± 0,38 ab	3,86 ± 0,90 ac	4,57 ± 0,79 a	6,14 ± 1,07 ac	4,14 ± 1,07 ab	2,43 ± 0,53 ab	3,00 ± 0,58 a
3	200	75	2 gün	5,29 ± 1,25 a	4,29 ± 1,70 ab	4,57 ± 1,13 a	6,14 ± 1,46 ac	5,00 ± 0,58 ab	2,57 ± 0,53 ab	2,57 ± 0,53 a
4	200	75	0 gün	4,71 ± 0,95 ab	3,43 ± 0,53 ac	4,14 ± 0,90 a	5,43 ± 1,27 bc	4,86 ± 0,69 ab	1,86 ± 0,38 b	3,00 ± 0,58 a
5	160	75	2 gün	4,43 ± 0,79 ab	4,29 ± 0,95 ab	4,43 ± 0,53 a	5,86 ± 0,38 ac	4,57 ± 0,53 ab	2,43 ± 0,53 ab	3,14 ± 0,69 a
6	180	100	0 gün	4,00 ± 0,00 ab	3,00 ± 0,00 bc	5,00 ± 1,00 a	7,00 ± 0,00 a	3,86 ± 0,90 b	2,14 ± 0,38 b	3,14 ± 0,69 a
7	200	25	1 gün	4,00 ± 0,58 ab	4,29 ± 0,76 ab	4,14 ± 0,69 a	5,86 ± 0,90 ac	4,14 ± 1,21 ab	1,71 ± 0,49 b	3,00 ± 1,15 a
8	180	25	2 gün	4,57 ± 0,79 ab	4,14 ± 1,07 ab	4,00 ± 0,58 a	5,71 ± 0,76 ac	5,00 ± 1,41 ab	2,00 ± 0,00 b	3,00 ± 0,82 a
9	160	100	1 gün	4,14 ± 0,38 ab	5,00 ± 0,58 a	5,14 ± 0,90 a	6,43 ± 0,98 ac	4,57 ± 0,53 ab	3,14 ± 0,69 a	3,43 ± 0,53 a
10	200	100	1 gün	4,86 ± 1,21 ab	3,86 ± 0,90 ac	5,14 ± 0,69 a	6,71 ± 0,76 ab	4,86 ± 0,38 ab	2,43 ± 0,53 ab	3,29 ± 0,76 a
11	160	75	0 gün	4,00 ± 0,58 ab	4,00 ± 0,58 ac	4,29 ± 0,95 a	6,29 ± 0,76 ac	5,00 ± 0,82 ab	2,00 ± 0,82 b	3,86 ± 0,69 a
12	160	25	1 gün	4,57 ± 0,53 ab	4,43 ± 0,79 ab	4,00 ± 0,82 a	5,29 ± 0,49 bc	4,29 ± 0,95 ab	1,71 ± 0,49 b	2,71 ± 0,76 a
13	180	25	0 gün	4,57 ± 1,40 ab	3,86 ± 0,69 ac	3,71 ± 0,49 a	5,14 ± 0,69 c	4,43 ± 0,53 ab	2,00 ± 0,82 b	2,86 ± 0,38 a

Çizelge 5.43. Granola barların yüzey özelliklerine ait kantitatif tanımlama testi ortalamaları (devam)

14	180	75	1 gün	4,29 ± 0,49 ab	4,00 ± 1,00 ac	4,29 ± 0,76 a	6,43 ± 0,53 ac	4,43 ± 0,98 ab	2,57 ± 0,53 ab	3,14 ± 0,69 a
15	180	75	1 gün	5,14 ± 1,07 ab	4,14 ± 0,69 ab	3,71 ± 0,49 a	6,29 ± 0,76 ac	4,86 ± 0,69 ab	2,43 ± 0,53 ab	3,14 ± 0,90 a

a-f: Harfler, veriler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark ($p<0.05$) olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.61. Granola barların yüzey özelliklerine ait örümcek ağı grafiği

Granola barların panelistlerce belirlenen yüzey pürüzlülüğü (dokunarak), sertlik, kıtırlık, çiğnenebilirlik, ufalanma, elastiklik, yapışkanlık puanlamaları üzerinde bağımsız değişkenlerin etkisini gözlemlemek adına modeller elde edilmiştir (Çizelge 5.44.).

Çizelge 5.44. Duyusal parametreler yüzey özellikleri için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri

	Yüzey Pürüzlülüğü (Dokunarak)	**Sertlik**	**Kıtırlık**	**Çiğnenebilirlik**	**Ufalanma**	**Elastiklik**	**Yapışkanlık (adhesiveness)**
	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Quadratic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model	Reduced Cubic model
X_0	4,43	4,01	4,24	6,16	4,48	2,46	3,11
X_1							0,0357
X_2		0,3177	0,4821	0,5357		0,5357	0,0714
X_3					-0,0714		

Çizelge 5.44. Duyusal parametreler yüzey özellikleri için model katsayıları ve uygunluğunun test edilmesinde kullanılan istatistik değerleri (devam)

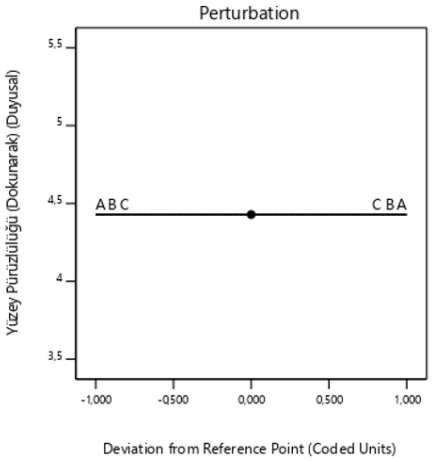
	Yüzey Pürüzlülüğü (Dokunarak)	Sertlik	Kıtırlık	Çiğnenebilirlik	Ufalanma	Elastiklik	Yapışkanlık (adhesiveness)
X_1X_2	0,3214					-0,1786	-0,1071
X_1X_3				0,2857			
X_2X_3				-0,3571	0,2857		
X_1^2		0,6576	0,2372				
X_2^2						-0,2027	
X_3^2		-0,6601		-0,1990	0,3061	-0,2385	
$X_1^2X_2$					0,2571		0,1786
$X_1^2X_3$						0,2857	-0,2911
$X_1X_2^2$				0,2143		-0,1786	
$X_1X_3^2$	0,3929						-0,3982
$X_2^2X_3$	-0,3571				0,6429		
$X_2X_3^2$						-0,5000	
R^2	0,5471	0,9202	0,7063	0,9245	0,8256	0,9785	0,9637
Adj. R^2	0,4236	0,8703	0,6573	0,8826	0,7286	0,9571	0,9364
Pre. R^2	0,2461	0,7490	0,5531	0,7949	0,6450	0,8585	0,8816
Adeq Precision	4,4682	15,1993	10,0314	16,4287	11,7476	24,2558	25,5914
%C.V.	7,69	5,81	6,13	2,93	4,97	3,62	2,41

5.11.1. Yüzey pürüzlülüğü (dokunarak)

Granola barların donukarak hissedilen yüzey pürüzlülüğü açısından en 1-9 arası puanlamaya göre en püzürlü olanı 5,29 ± 1,2 ile 200 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 2 gün süre ile filizlendirilmiş olan 3. koşul, en az pürüzlü olanın ise 3,71 ± 0,76 puan ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 1. koşul olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.44.).

Model uyumu:

Duyusal analiz/yüzey pürüzlülüğü (dokunarak) yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda yüzey pürüzlülüğü (dokunarak)'nün bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil.5.62'de, kontur grafikleri Şekil.5.63.'te görülmektedir.

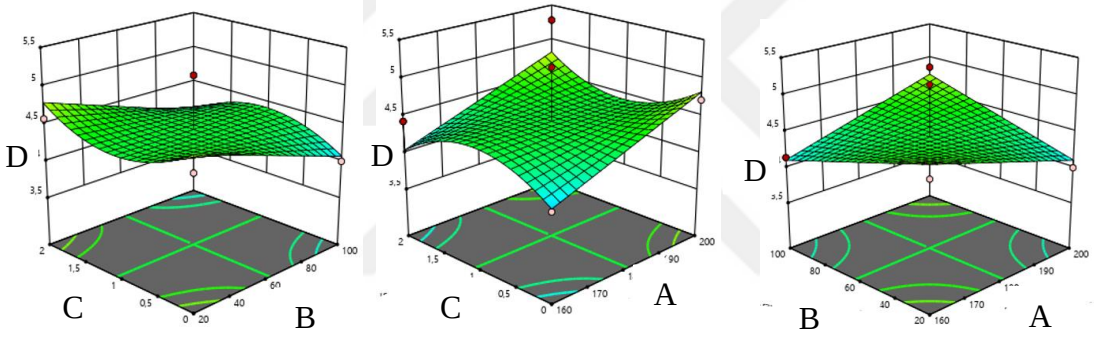


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ^{o}C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.62. Bağımsız değişkenlerin yüzey pürüzlülüğü (dokunarak) üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil.5.63. Yüzey pürüzlülüğü (dokunarak) için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yüzey pürüzlülüğü (dokunarak)

Çizelge 5.45. Yüzey pürüzlülüğü (dokunarak) yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	1,54	3	0,5136	4,43	0,0284
X_1X_2	0,4133	1	0,4133	3,56	0,0857
$X_1X_3^2$	0,6173	1	0,6173	5,32	0,0415
$X_2X_3^2$	0,5102	1	0,5102	4,40	0,0598
Kalıntı	1,28	11	0,1160		
Lack of Fit	0,6905	9	0,0767	0,2623	0,9368
Saf Hata	0,5850	2	0,2925		
Toplam	2,82	14			

Yüzey pürüzlülüğü (dokunarak) sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.45.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin yüzey pürüzlülüğü (dokunarak) değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.30) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Yüzey Pürüzlülüğü (Dokunarak) = $4,43 + 0,3214\ X_1X_2 + 0,3929\ X_1X_3^2 - 0,3571\ X_2X_3^2$ (5.30)

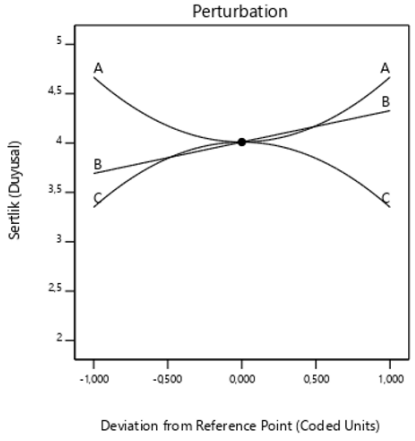
Pişirme sıcaklığı ve karabuğday/yulaf oranının ortak etkisi model üzerinde pozitiftir.

5.11.2. Sertlik

Sertlik açısından en yüksek değeri 5,00 ± 0,58 puan ile 160°C'de %100 karabuğday/yulaf ile 1 gün filizlendirilmiş olan 9. koşul, en düşük değeri ise 2,43 ± 0,53 puan ile 180°C'de %100 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 1. koşul almıştır (Çizelge 5.42.).

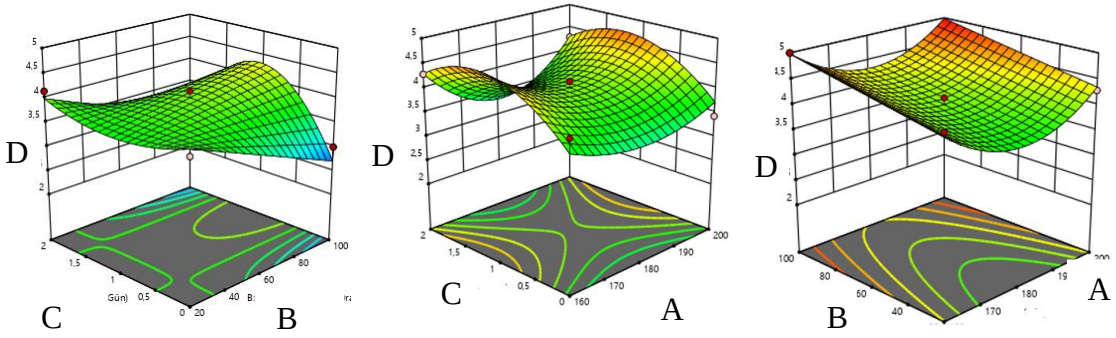
Model uyumu:

Duyusal analiz/sertlik yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda sertlik yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil. 5.64.'te, kontur grafikleri Şekil.5.65.'te görülmektedir.



A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C
B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60
C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.64. Bağımsız değişkenlerin sertlik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.65. Sertlik için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: sertlik)

Çizelge 5.46. Sertlik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	4,83	5	0,9668	18,44	0,0003
X_2	0,2788	1	0,2788	5,32	0,0500
X_1^2	1,48	1	1,48	28,14	0,0007
X_3^2	1,44	1	1,44	27,55	0,0008
$X_1^2X_3$	0,3265	1	0,3265	6,23	0,0372
X_2X_3	1,51	1	1,51	28,76	0,0007
Kalıntı	0,4194	8	0,0524		
Lack of Fit	0,3786	6	0,0631	3,09	0,2645
Saf Hata	0,0408	2	0,0204		
Toplam	5,25	13			

Sertlik sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.46.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin sertlik değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.31) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Sertlik} = 4{,}01 + 0{,}3177\ X_2 + 0{,}6576\ X_1^2 - 0{,}6601\ X_3^2 + 0{,}2857\ X_1^2X_3 - 0{,}9606\ X_2X_3^2 \quad (5.31)$$

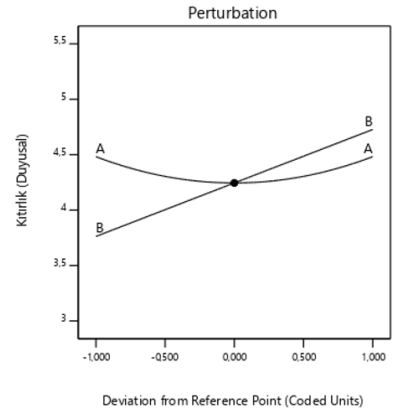
Karabuğday/yulaf oranı lineer olarak modeli pozitif yönde etkilemektedir. Pişirme sıcaklığının kuadratik etkisi modeli pozitif yönde, filizlendirme süresinin kuadratik etkisi de negatif yönde etkilemektedir.

5.11.3. Kıtırlık

Kıtıtlık açısından en yüksek değeri 5,14 ± 0,90 puan ile 160 ºC'de %100 karabuğday/yulaf ile 1 gün filizlendirilmiş olan 9. koşul, en düşük değeri ise 3,71 ± 0,49 puan ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilen 13. koşul ve 180 ºC'de %75 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 15. koşulda gözlemlenmiştir (Çizelge 5.43.).

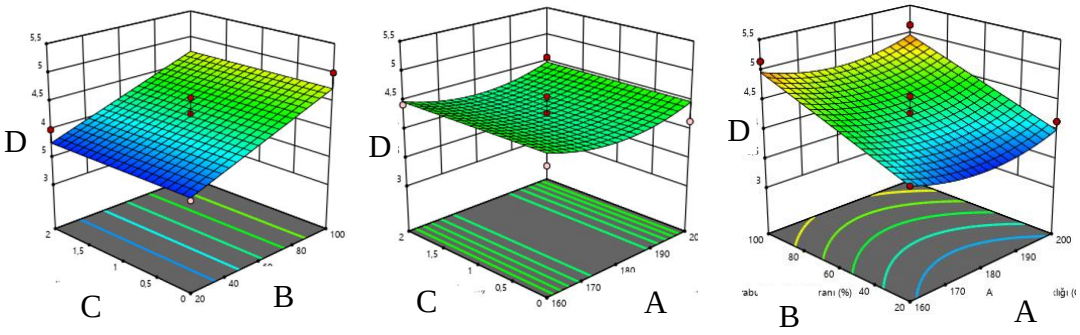
Model uyumu:

Duyusal analiz/ kıtırlık yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola barın optimizasyonunda kıtırlık yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 5.66.'de, kontur grafikleri Şekil 5.67.'de görülmektedir.



A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC
B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60
C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.66. Bağımsız değişkenlerin kıtırlık üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.67. Kıtırlık için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: kıtırlık)

Çizelge 5.47. Kıtırlık yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Hata Karesi	F-değeri	p- değeri
Model	2,07	2	1,03	14,43	0,0006
X_2	1,86	1	1,86	25,93	0,0003
X_1^2	0,2101	1	0,2101	2,93	0,1127
Kalıntı	0,8608	12	0,0717		
Lack of Fit	0,4798	10	0,0480	0,2519	0,9462
Saf Hata	0,3810	2	0,1905		
Toplam	2,93	14			

Kıtırlık sonuçları için oluşturulan kuadratik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.47). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin kıtırlık değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.32) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Kıtırlık} = 4{,}24 + 0{,}4821\ X_2 + 0{,}2372\ X_1^2 \qquad (5.32)$$

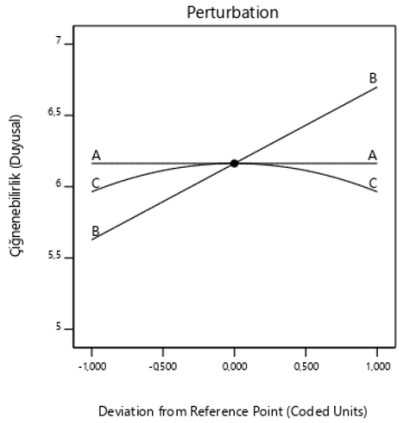
Karabuğday/yulaf oranının lineer ve pişirme sıcaklığının kuadratik etkisi modeli pozitif yönde etkilemektedir.

5.11.4. Çiğnenebilirlik

Çiğnenebilirlik açısından en yüksek değer 7,00 ± 0,00 puan ile 180 ºC'de %100 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 6. koşulda, en düşük değer ise 5,14 ± 0,69 puan ile 180 ºC'de %25 karabuğday oranı ile 0 gün süre ile filizlendirilen 13. koşulda gözlemlenmiştir (Çizelge 5.42.).

Model uyumu:

Duyusal analiz/ çiğnenebilirlik yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda çiğnenebilirlik yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil.5.68.'da, kontur grafikleri Şekil 5.69.'te görülmektedir.

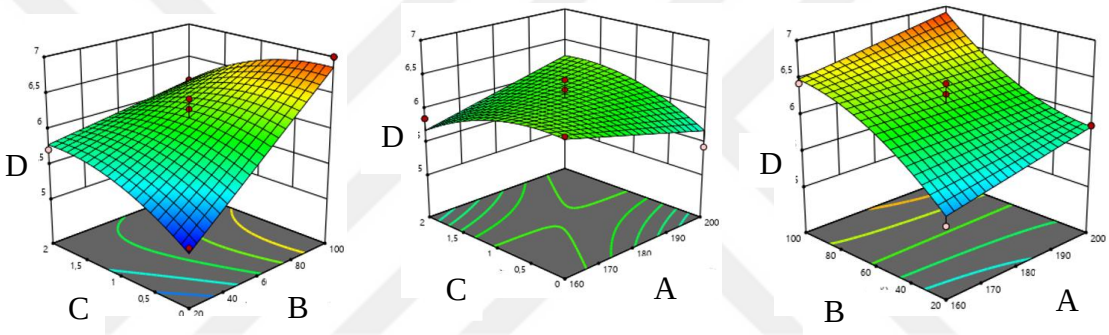


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.68. Bağımsız değişkenlerin çiğnenebilirlik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.69. Çiğnenebilirlik için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: çiğnenebilirlik)

Çizelge 5.48. Çiğnenebilirlik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	3,46	5	0,6928	22,05	< 0.0001
X_2	2,30	1	2,30	73,07	< 0.0001
X_1X_3	0,3265	1	0,3265	10,39	0,0104
X_2X_3	0,5102	1	0,5102	16,24	0,0030
X_3^2	0,1478	1	0,1478	4,70	0,0582
$X_1X_2^2$	0,1837	1	0,1837	5,85	0,0388
Kalıntı	0,2828	9	0,0314		
Lack of Fit	0,2420	7	0,0346	1,69	0,4205
Saf Hata	0,0408	2	0,0204		
Toplam	3,75	14			

Çiğnenebilirlik sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0.0001'den küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.48.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin çiğnenebilirlik değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.33) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Çiğnenebilirlik} = 6{,}16 + 0{,}5357\ X_2 + 0{,}2857\ X_1X_3 - 0{,}3571\ X_2X_3 - 0{,}1990\ X_3^2 + 0{,}2143\ X_1X_2^2 \quad (5.33)$$

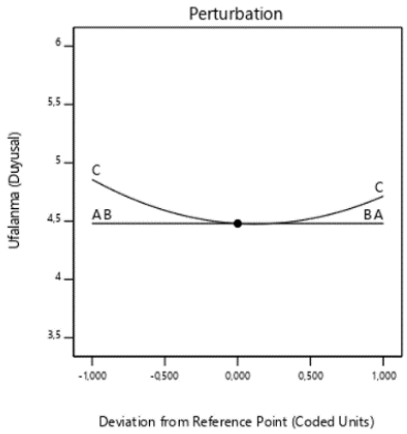
Karabuğday/yulaf oranındaki artış çiğnenebilirlik puanlarının artmasına sebep olmaktadır. Pişirme sıcaklığının ve filizlenme süresinin ortak etkisi model üzerinde olumludur. Karabuğday/yulaf oranı ile filizlendirme süresinin ortak etkisi model üzerinde negatiftir. Filizlendirme süresinin kuadratik etkisi modeli negatif yönde etkilemektedir.

5.11.5. Ufalanma

Ufalanma açısından en yüksek değer 5,57 ± 0,79 puan ile 180 ^oC'de %100 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 1. koşulda, en düşük değer ise 3,86 ± 0,90 puan ile 180 ^oC'de %100 karabuğday/yulaf ile 0 gün filizlendirilmiş olan 6. koşulda gözlemlenmiştir (Çizelge 5.33.).

Model uyumu:

Duyusal analiz/ ufalanma yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola barın optimizasyonunda ufalanma yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil.5.70'de, kontur grafikleri Şekil.5.71.'de görülmektedir.

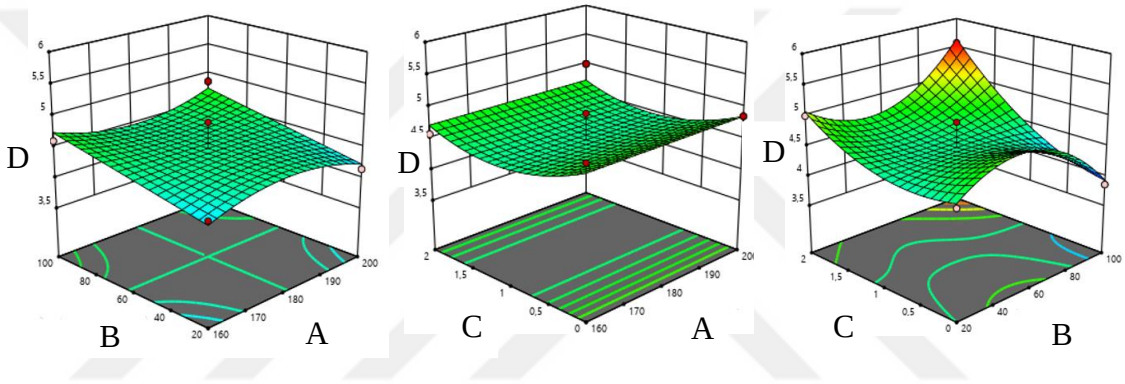


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ^{o}C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.70. Bağımsız değişkenlerin ufalanma üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.71. Ufalanma için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: ufalanma)

Çizelge 5.49. Ufalanma yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	2,27	5	0,4535	8,52	0,0032
X_3	0,0204	1	0,0204	0,3834	0,5512
X_2X_3	0,3265	1	0,3265	6,13	0,0352
X_3^2	0,3499	1	0,3499	6,57	0,0305
$X_1^2X_2$	0,2645	1	0,2645	4,97	0,0528
$X_2^2X_3$	0,8265	1	0,8265	15,53	0,0034
Kalıntı	0,4791	9	0,0532		
Lack of Fit	0,1867	7	0,0267	0,1825	0,9630
Saf Hata	0,2924	2	0,1462	0,2924	
Toplam	2,75	14		2,75	

Ufalanma sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.49.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin ufalanma değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.34) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Ufalanma} = 4{,}48 - 0{,}0714\,X_3 + 0{,}2857X_2X_3 + 0{,}3061\,X_3^2 + 0{,}2571\,X_1^2X_2 + 0{,}6429\,X_2^2X_3 \quad (5.34)$$

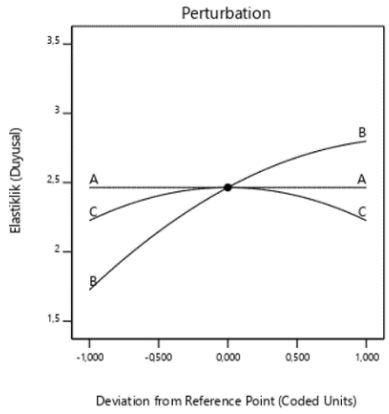
Filizlenme süresinin lineer etkisi modeli negatif yönde etkilerken, kuadratik etkileri pozitiftir. Karabuğday/yulaf oranı ile filizlenme süresinin ortak etkisi modeli pozitif yönde etkilemektedir.

5.11.6. Elastiklik

Elastiklik açısından en yüksek değer 3,14 ± 0,69 puan ile 160 ^{o}C'de %100 karabuğday/yulaf ile 1 gün filizlendirilmiş olan 9. koşulda, en düşük değeri ise 1,71 ± 0,49 puan ile 200 ^{o}C'de %25 karabuğday oranı ile 1 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 7. koşulda ve 160 ^{o}C'de %75 karabuğday/yulaf ile 1 gün filizlendirilmiş olan 12. koşulda görülmüştür (Çizelge 5.43)..

Model uyumu:

Duyusal analiz/ elastiklik yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola barın optimizasyonunda elastiklik yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil.5.72.'de, kontur grafikleri Şekil.5.73.'te görülmektedir.

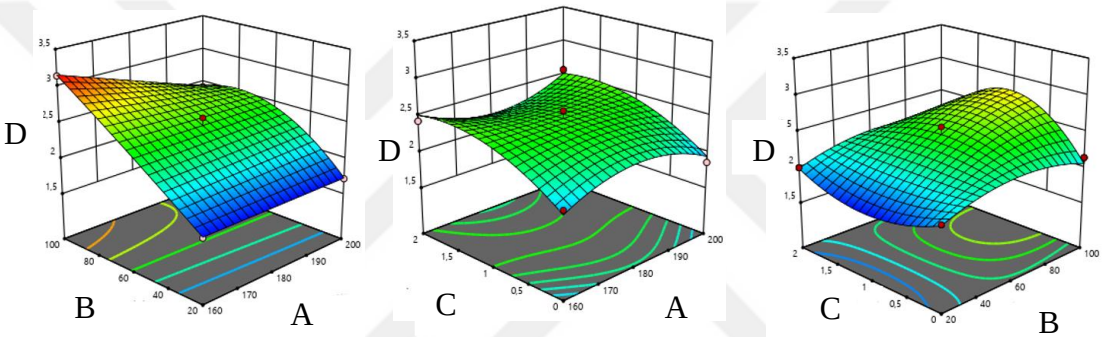


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 °C

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.72. Bağımsız değişkenlerin elastiklik üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.73. Elastiklik için kontur grafikleri (A: pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: elastiklik)

Çizelge 5.50. Elastiklik yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	2,07	7	0,2964	45,57	< 0.0001
X_2	1,15	1	1,15	176,50	< 0.0001
X_1X_2	0,1276	1	0,1276	19,61	0,0030
X_2^2	0,1527	1	0,1527	23,47	0,0019
X_3^2	0,2112	1	0,2112	32,47	0,0007
$X_1^2X_3$	0,3265	1	0,3265	50,21	0,0002
$X_1X_2^2$	0,1276	1	0,1276	19,61	0,0030
$X_2X_3^2$	0,5000	1	0,5000	76,88	< 0.0001
Kalıntı	0,0455	7	0,0065		
Lack of Fit	0,0331	5	0,0066	1,07	0,5477
Saf Hata	0,0124	2	0,0062		
Toplam	2,12	14			

Elastiklik sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,0001'den küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.50.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin elastiklik değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.35) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Elastiklik} = 2,46 + 0,5357\ X_2 - 0,1786\ X_1X_2 - 0,2027\ X_2^2 - 0,2385\ X_3^2 + 0,2857\ X_1^2X_3 - 0,1786\ X_1X_2^2 - 0,5000\ X_2X_3^2 \quad (5.35)$$

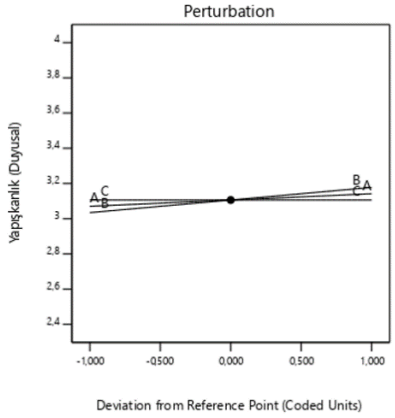
Elastiklik değerlerinin modellenmesinde kullanılan tüm terimler $p<0,05$ önem seviyesinde önemlidir. Karabuğday/yulaf oranının lineer etkileri model üzerinde pozitifken kuadratik etkileri negatiftir. Pişirme sıcaklığı ile karabuğday/yulaf oranının ortak etkisi ise model üzerinde negatiftir. Filizlenme süresinin kuadratik etkileri model üzerinde negatiftir.

5.11.7. Yapışkanlık

Yapışkanlık açısından ne yüksek değer 3,86 ± 0,69 puan ile 160 ^oC'de %75 karabuğday oranı ile 0 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 11. koşulda, en düşük değer ise 2,57 ± 0,53 puan ile 200 ^oC'de %75 karabuğday oranı ile 2 gün filizlendirilme şartlarında üretilen 3. koşulda gözlemlenmiştir (Çizelge 5.43).

Model uyumu:

Duyusal analiz/ yapışkanlık yanıtına bağımsız değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Granola bar optimizasyonunda yapışkanlık yanıtının bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil.5.74.'de, kontur grafikleri Şekil.5.75'da görülmektedir.

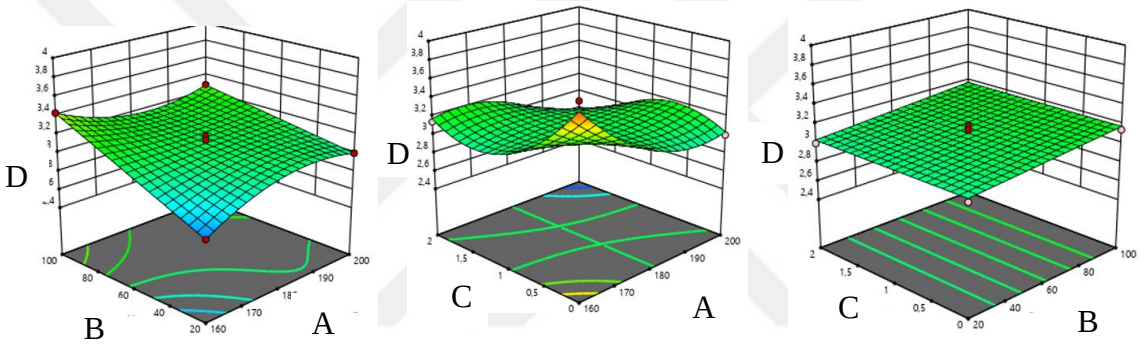


A: Pişirme Sıcaklığı = 180 ºC

B: Karabuğday/Yulaf Oranı = %60

C: Filizlendirme Süresi = 1 gün

Şekil 5.74. Bağımsız değişkenlerin yapışkanlık üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği



Şekil 5.75. Yapışkanlık için kontur grafikleri (A pişirme sıcaklığı, B: karabuğday/ yulaf oranı, C: filizlendirme süresi, D: yapışkanlık)

Çizelge 5.51. Yapışkanlık yanıtına ait ANOVA tablosu ve model parametreleri

	Hata Kareler Toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Ortalama Hata Karesi**	**F-değeri**	**p- değeri**
Model	1,19	6	0,1977	35,36	< 0.0001
X_1	0,0051	1	0,0051	0,9125	0,3674
X_2	0,0204	1	0,0204	3,65	0,0924
X_1X_2	0,0459	1	0,0459	8,21	0,0210
$X_1^2X_2$	0,0638	1	0,0638	11,41	0,0097
$X_1^2X_3$	0,3389	1	0,3389	60,62	< 0.0001
$X_1X_3^2$	0,3171	1	0,3171	56,73	< 0.0001
Kalıntı	0,0447	8	0,0056		
Lack of Fit	0,0262	6	0,0044	0,4730	0,7981
Saf Hata	0,0185	2	0,0092		
Toplam	1,23	14			

Yapışkanlık sonuçları için oluşturulan kübik modelin p-değerinin 0,0001'den küçük olması anlamlı olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.51.). Pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin yapışkanlık değerleri üzerine etkisini ortaya koyan denklem (5.36) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Yapışkanlık} = 3{,}11 + 0{,}0357\ X_1 + 0{,}0714\ X_2 - 0{,}1071\ X_1X_2 + 0{,}1786\ X_1^2X_2 - 0{,}2911\ X_1^2X_3 - 0{,}3982\ X_1X_3^2 \quad (5.36)$$

Pişirme sıcaklığının artışı granola barların yapışkanlık puanlamasında artışa sebebiyet vermektedir. Karabuğday/yulaf oranındaki artış modeli pozitif yönde etkilemektedir. Bu bağımsız değişkenlerin ortak etkisi ise model üzerinde negatiftir.

5.12. Arı ürünleri ile zenginleştirilmiş karabuğday granola üretiminin optimizasyonu

İnsan sağlığı açısından yararı olan fenolik bileşenlerin gıda ürünlerinde kaybının en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla biyoaktif bileşen içeriğinin optimizasyonda maksimum değer olması hedeflenmiştir. Hedeflenen kalite parametrelerinin sisteme dahil edildiğinde sistemin oluşturduğu formülasyon Çizelge 5.52'de verilmiştir. Teorik olarak optimum koşul 160 °C pişirme sıcaklığında, %100 karabuğday/yulaf oranı ve 1,84 gün filizlenme süresi seçilmiştir. Bu koşulun kabul edilebilirliği 0,95 olarak belirlenmiştir. Kabul edilebilirliğin yüksek olması optimizasyonun güvenirliğini ifade etmektedir.

Çizelge 5.52. Granola bar optimizasyonunda belirlenen kriterler

Yanıt	Amaç	Alt Değer	Üst Değer	Önem	Tahminlenen Değer
CUPRAC (mg trolox/g KM)	Maksimum	9,184	12,93	5	13,19
FRAP (mg trolox/g KM)	Maksimum	5,79	9,62	5	9,31
DPPH (mg trolox/g KM)	Maksimum	2,69	3,46	5	3,47
Toplam Fenol (mg GAE/ g KM)	Maksimum	1,66	2,46	5	2,59
Flavonoid (mg rutin/g KM)	Maksimum	2,03	4,61	5	4,18

Pişirme Sıcaklığı 160°C Karabuğday/yulaf Oranı %100, Filizlendirme Süresi 1,84 gün

Kabul edilebilirlik =0,95

6. SONUÇ

Gerçekleştirilen tez araştırması kapsamında belirlenen pişirme sıcaklığı (X_1), karabuğday/yulaf oranı (X_2) ve filizlendirme süresi (X_3) bağımsız değişkenlerinin optimizasyonu amaçlanan granola barlara etkisi incelenmiş ve yüzey yanıt yöntemiyle sonuçlar analiz edilmiştir. Karabuğday granolasının fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemek için analizler sonrasında elde edilen değerler istatiksel teknikler kullanılarak yorumlanmıştır. Çalışmada elde edilen veriler SPSS software (IBM Statistic 23) ve Design Expert (version 13, Stat-Ease, Inc., Minneapolis, ABD) programı kullanılarak veri analizi gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre son nem miktarı %13,65 ± 0,30 ile %19,18 ± 0,36 arasında, su aktivitesi ise 0,579 ± 0,001 ile 0,748 ± 0,002 arasında bulunmuştur. Pişirme sıcaklığının lineer artışı son nem içerinde azalmaya sebebiyet vermiştir. Filizlendirme süresinin lineer artışı su aktivitesinde artışına neden olmuştur.

Granola barların tekstür analizinde sertlik değeri 234.41 ± 18,41 ile 2812,68 ± 848,00 g.sec arasındai kırılganlık değerleri ise 2199,71 ± 26,62 ile 2561,38 ± 36,86 g.sec arasında bulunmuştur. Filizlendirme süresinin artışı granola barlarda sertlik parametresinin azalmasına kırılganlığın ise artmasına neden olmuştur. Karabuğday/ yulaf oranının artışı karabuğday filizlerinin anatomik yapılarından dolayı kırılganlığın artışına sebebiyet vermiştir.

Granola barların renk analizinde L*(açıklık-koyuluk) 34,93 ± 1,16 ile 56,57 ± 1,47 arasında, a* (kırmızılık-yeşillik) 7,79 ± 0,31 ile 16,15 ± 3,06 arasında, b* (sarılık-mavilik) 17,88 ± 0,16 ile 33,86 ± 0,70 arasında, c* (chroma) 20,04 ± 0,73 ile 37,26 ± 0,63 arasında, h* (hue) 63,37 ± 3,44 ile 73,23 ± 1,69 arasında bulunmuştur. Pişirme sıcaklığının doğrusal etkisinin artışı a*, b* ve chroma değerlerinde artışa sebebiyet verirken, L*değerinde azalma görülmüştür. Ancak pişirme sıcaklığının parabolik etkisi tüm renk parametreleri için negatiftir. Karabuğday/ yulaf oranının artması renk parametrelerinde azalışa neden olmuştur. Filizlendirme süresi artması ile b* ve chroma değerlerinde azalma gözlemlenmiştir.

Yapılan analizlerde en yüksek antioksidan kapasiteler; CUPRAC metoduyla 9,18 ± 0,67 ile 12,94 ± 1,52 mg trolox / g KM arasında, DPPH metoduyla 2,49 ± 0,25 ile 3,47 ± 0,64 mg trolox / g KM arasında, FRAP metoduyla 5,80 ± 0,23 ile 9,62 ± 4,66 mg trolox / g KM arasında bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı 1,67 ± 0,08 mg/100 g GAE ike 2,81 ± 0,29 mg / 100 g GAE arasında, toplam flavanoid madde miktarı ise 2,03 ± 0,16 ile 8,03 ± 4,09 mg rutin / g KM arasında bulunmuştur. Pişirme sıcaklığının lineer artışı ile FRAP ve DPPH metodu ile elde edilen antioksidan değerlerinde azalma gözlemlenirken toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Pişirme sıcaklığının parabolik etkisi CUPRAC ve FRAP metotları ile elde edilen antioksidan içeriği ve toplam fenolik içeriği üzerinde pozitif yöndedir. Karabuğday/yulaf oranının doğrusal artışıyla üç metotla gerçekleştirilen antioksidan analizlerinde ve toplam flavonoid analizi verilerinde artış gözlemlenmiştir. Filizlendirme süresinin artışı ile CUPRAC ve DPPH metodu ile elde edilen antioksidan analizi verilerinde ve toplam flavonoid içeriğinde artış gözlemlenmiştir.

Granola barların duyusal değerlendimesinde renk/rengin yoğunluğu 4,29 ± 1,60 ile 7,86 ± 0,69 puan, yüzey pürüzlülüğü 2,43 ± 0,53 ile 3,29 ± 0,49 puan arasında bulunmuştur. Karabuğday/yulaf oranının artması panelistlerce renk yoğunluğunun artmasıyla nitelendirilmiştir. Filizlendirme süresinin artışı ile renk yoğunluğu puanlamalarında artış gözlemlenirken yüzey pürüzlülüğü puanlamalarında azalma gözlemlenmiştir.

Granola barların koku parametrelerinden polen kokusu 1,00 ± 0,00 puan, propolis kokusu 1,00 ± 0,00 ile 1,43 ± 0,53 puan, meyvemsi koku 2,14 ± 0,38 ile 3,86 ± 0,69 puan, tarçın kokusu 2,29 ± 0,40 ile 5,00 ± 0,82 puan, vanilya kokusu 2,29 ± 0,4 ile 5,00 ± 0,82 puan, karabuğday kokusu 1,71 ± 0,49 ile 3,29 ± 0,76 puan, yulaf kokusu 1,00 ± 0,00 ile 2,57 ± 0,53 puan, hamur kokusu 2,14 ± 0,69 ile puan arasında bulunmuştur. Filizlendirme süresi arttıkça hissedilen vanilya kokusu artmıştır. Karabuğday/yulaf oranı arttıkça yulaf kokusu azalmıştır.

Granola barların tat & aroma parametrelerinden polen aroması 1,00 ± 0,00 puan, propolis aroması 3,57 ± 0,53 ile 6,00 ± 0,00 puan, mayve aroması 2,57 ± 0,79 ile 4,57 ± 1,81 puan, vanilya aroması , 1,43 ± 0,53 ile 2,29 ± 0,76 puan, karabuğday aroması 4,14 ± 0,90 ile

6,00 ± 0,00 puan, yulaf aroması 0,00 ± 0,00 ile 1,43 ± 0,53 puan, ekşilik 2,29 ± 0,49 ile 4,00 ± 0,82 puan, tatlılık 2,00 ± 0,00 ile 4,00 ± 0,00 puan, karamel aroması 1,00 ± 0,00 ile 1,71 ± 0,49 puan, yanık tadı 2,00 ± 1,00 ile 4,71 ± 0,76 puan arasında bulunmuştur. Karabuğday/yulaf oranı ve filizlendirme süresi arttıkça hissedilen propolis aroması ve meyve aroması da artmıştır. Pişirme sıcaklığı arttıkça vanilya aroması ve tatlılık azalmıştır. Bu değişiklik yanık tadının artarak karamel tadını ve tatlılığı bastırması ile ilişkilendirilmiştir. Karabuğday/yulaf oranının artması hissedilen karabuğday aromasını arttırmış, yulaf ve karamel aromasını azaltmıştır.

Granola barların yüzey özellikleri parametrelerinden dokunarak hissedilen yüzey pürüzlülüğü 3,71 ± 0,76 ile 5,29 ± 1,2 puan, sertlik 2,43 ± 0,53 ile 5,00 ± 0,58 puan, kıtırlık 3,71 ± 0,49 ile 5,14 ± 0,90 puan, çiğnenebilirlik 5,14 ± 0,69 ile 7,00 ± 0,00 puan, ufalanma 3,86 ± 0,90 ile 5,57 ± 0,79 puan, elastiklik 1,71 ± 0,49 ile 3,14 ± 0,69 puan, yapışkanlık ise 2,57 ± 0,53 ile 3,86 ± 0,69 puan arasında bulunmuştur. Karabuğday/yulaf oranının artması sertliği ve kıtırlığı arttırmıştır. Filizlenme süresinin artışı ufalanmayı azaltmıştır. Bu değişiklik filizlendirme sürecinde tohumda olan su tutma kapasitesinin artışı ile ilişkilendirilmiştir.

Tez araştırması kapsamında geliştirilen ve optimizasyonu gerçekleştirilen granola barların üretiminde karabuğday ve karabuğday filizlerin kullanımın olumlu etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bir sonraki çalışmalarda granola barların fenolik biyoerişilebilirliği ve elementel kompozisyonu irdelenmelidir.

KAYNAKLAR

Acar, O. (2020). *Biyofortifikasyonun arpa, yulaf ve öğütme fraksiyonlarında bazı mineraller ve fonksiyonel bileşenler üzerine etkisinin araştırılması*, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi. http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11655/22698/10330009yeni.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Agu, R. C., Chiba, Y., Goodfellow, V., Mackinlay, J., Brosnan, J. M., Bringhurst, T. A., Jack, F. R., Bryce, J. H. (2012). Effect of germination temperatures on proteolysis of the gluten-free grains rice and buckwheat during malting and mashing, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 60(40), 10147-10154. https://doi.org/10.1021/jf3028039

Aigster, A., Duncan, S. E., Conforti, F. D., Barbeau, W. E. (2011). Physicochemical properties and sensory attributes of resistant starch-supplemented granola bars and cereals, LWT- Food Science and Technology, 44 (10), 2159-2165. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.018

Akgün, B., Genç, S., Arıcı, M. (2018). Tuz: gıdalardaki algısı, fonksiyonları ve kullanımının azaltılmasına yönelik stratejiler, *Akademik Gıda,* 16(3) 361-370. https://doi.org/10.24323/akademik-gida.475397

Aksoy, U. (2012). Kuru incir yetiştiriciliği ve aflatoksin yönetimi el kitabı, *Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,* https://arastirma.tarimorman.gov.tr/incir/Belgeler/KitapLiflet/Kuru_incir_yetistiriciligi_Kitap.pdf

Albak, F., Belibağlı, K. B. (2010). Ozmotik dehidrasyon tekniğinin sakız kabağında kullanımı. *Akademik Gıda 8* (2): 6-10. https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/issue/55834/764811

Al-Shawwa, M. O. (2019). Classification of apple fruits by deep learning, *International Journal Of Academic Engineering Research,* 3 (12) 1-6. ISSN: 2643-9085.

Altuğ, T., Elmacı, Y. (2005). Gıdalarda duyusal değerlendirme. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri,* ISBN-10: 994456608X

Altunatmaz, S. S., Aksu, F. Y. (2016). Arı poleninin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi, *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*. 13 (3), 182-187. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ercivet/issue/26676/280371

Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K. and Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking, *Food Chemistry,* 119, 770–778. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.032

Anjum, S. I., Ullah, A., Khan, K. A., Attaullah, M., Khan, H., Ali, H., Bashir, M. A., Tahir, M., Ansari, M. J., Ghramh, H., Adgaba, N., Kanta, C. (2019). Composition and

functional properties of propolis (bee glue): a review, *Saudi Journal Of Biological Sciences,* 26 (7) 1695-1703. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.08.013

Amaro, Al., Pereira1, Mj., Colelli, G., Pintado, M. (2014). Impact of mınımal processıng and storage on strawberry functıonal and nutrıtıonal qualıty, *Impact Of Mınımal Processıng And Storage On Strawberry Functıonal And Nutrıtıonal Qualıty,* 10. ISBN: 978-1-63321-524-5.

Apak R., Güçlü K., Özyürek M., Karademir S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins c and e, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: cuprac method, *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 52 (26) 7970-7981. https://doi.org/10.1021/jf048741x

Apak, R., Guclu, K., Demirata, B., Ozyurek, M., Celik, S. E., Bektasoglu, B., Berker, K.I., Ozyurt, D. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the cuprac assay. *Molecules.* 12: 1496-1547. https://doi.org/10.3390/12071496

Arda, B., Zengin, S., Okutucu, B. (2020). The synthesizing of defatted chia- chitosan beads for drug delivery, *Eurasian J Bio Chem Sci,* 3 (1): 26-30. https://doi.org/10.46239/ejbcs.685060

Arvaniti, O. S., Samaras, Y., Gatidou, G., Thomaidis, N. S., Stasinakis, A. S. (2019). Review on fresh and dried figs: chemical analysis and occurrence of phytochemical compounds, antioxidant capacity and health effects, *Food Research International,* (119), 244-267. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.055

Atalar, İ., Yazıcı, F. (2017). Influence of top spray fluidized bed agglomeration conditions on the reconstitution property and structure modification of skim yoghurt powder, *J Food Process Preserv,* 42:e13414. https://doi.org/10.1111/jfpp.13414

Atik, İ. (2012). *Aydın ilinde doğal olarak kurutulan, geleneksel ve endüstriyel işlenen incirlerin bazı özellikleri ve aflatoksin içerikleri,* Yüksek Lisans Tezi. http://hdl.handle.net/11499/1658

Avramović, J. M., Stamenković, O. S., Todorović, Z. B., Lazić, M. L., Veljković, V. B. (2010). Fuel Processing Technology, 91 (11), 1551-1557. https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2010.06.001

Ayaşan, T., Ayaşan, Ş. (2020). İnsan ve hayvan beslenmesinde chia (*salvia hispanica*) kullanılması, *Journal of Nat. & App. Sci.,* 3(1) 48-57. https://dergipark.org.tr/en/pub/okufbed/issue/54934/710855

Aydoğdu, M. H. (2020). Türkiye badem üretimi: son dönemlerdeki değişimlerin genel analizi, *Euroasıa Journal Of Mathematıcs-Engıneerıng Natural & Medıcal Scıences,* Volume (8). ISSN: 2667-6702.

Azeke, M. A., Egielewa, S. J., Eigbogbo, M. U., Ihimire, I. G. (2011). Effect of germination on the phytase activity, phytate and total phosphorus contents of rice (*oryza sativa*), maize (*zea mays*), millet (*panicum miliaceum*), sorghum (*sorghum bicolor*) and wheat (*triticum aestivum*). *Journal Of Food Science And Technology*, 48(6), 724–729. https://doi.org/10.1007/s13197-010-0186-y.

Badawy, S. I. F., Menning, M. M., Gorko, M. A., & Gilbert, D. L. (2000). Effect of process parameters on compressibility of granulation manufactured in a high-shear mixer. *International Journal Of Pharmaceutics,* 198 (1), 51-61. https://doi.org/10.101 6/S0378-5173(99)00445-7

Bastami, F., Zamani-Alavijeh, F., Mostafavi, F. (2019). Factors behind healthy snack consumption at school among high-school students: a qualitative study, *BMC Public Health,* 1342. https://doi.org/10.1186/s12889-019-7656-6

Bayrak, N. (2005). *Arı ürünlerinin (bal, arı sütü, polen ve propolis) mikrofloralarının ve antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi,* Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Elazığ. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=PmiKk63cU1oK4tae38CdOw&no=D2izi3RNcMiDP2eq-ma4ng

Bayram, S. E., Özeker, E., Elmacı, Ö. L. (2013). Fonksiyonel gıdalar ve çilek, *Akademik Gıda*, 11(2) 131-137. https://dergipark.org.tr/en/pub/akademik-gida/issue/5 5793/763762

Baysal, A. (2012). Beslenme, *Hatiboğlu Yayınevi,* (9), 9-18. ISBN 978-975-7527-73-2.

Bellisle, F. (2014). Meals and snacking, diet quality and energy balance. *Physiol Behav.* (134) 38–43. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.03.010.

Bektaş, M. (2018). *Farklı proses koşullarının bazı tahıl ve baklagillerdeki fitik asit düzeyi ve biyoyararlanım üzerindeki etkilerinin araştırılması,* Yüksek Lisans Tezi, T.C. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. https://acikerisim.gumushane.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12440/2178

Benzie, I. F., Strain, J., (1996). The ferric reducing ability of plasma (frap) as a measure of "antioxidant power": the frap assay, *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. https://doi.org/10.1006/abıo.1996.0292

Besler, H. T., Rakıcıoğlu, N., Ayaz, A., Demirel, Z. B., Özel, H. G., Samur, G. E., Yürük, A. (2015). Türkiye'ye özgü besin ve beslenme rehberi. 26-28. ISBN: 978-975-590-608-9

Biancatelli, R., Berrill, M., Catravas, J., ve Marik, P. (2020). Quercetin and vitamin c: an experimental, synergistic therapy for the prevention and treatment of sars-cov-2 related disease (covıd 19), *Front Immunol*, (11) 1451. https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01451

Bolarinwa, I.F., Lim, P.T., Kharidah, M. (2019). Quality of gluten-free cookies from germinated brown rice flour. *Food Research* 3 (3) :199 – 207. https://doi.org/10. 26656/fr. 2017.3(3).228

Bulantekin, Ö., Kuşçu, A. (2016). Elmada bulunan fitokimyasallar ve diğer bileşenlerin insan sağlığına yararları, *Vıı. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu.* ISSN: 2148-0036.

Caruso, M.L., Klein, E.G. and Kaye, G. (2014). "Campus-based snack food vending consumption", *Journal Of Nutrition And Education Behavior*, Vol. 46 No. 5, 401-405. https://doi.org/10.1016/j.jneb.2014.02.014

Cecchi, J., Schuster, N., Flynn, D., Bechtel, R., Bellumori, M., Innocenti, M., Mulinacci, N., Guinard, J. X. (2019). Sensory profiling and consumer acceptance of pasta, bread, and granola bar fortified with dried olive pomace (pate): a byproduct from virgin olive oil production, *Journal Of Food Science*, 84 (10). https://doi.org/10.1111/ 1750-3841.14800

Cevallos-Casals, B.A., Cisneros-Zevallos, L. (2010). Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species, *Food Chemistr (*119) 4, 1485-1490. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.030

Chauhan A., Saxena D.C., Singh S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (amaranthus spp.) flour. *LWT- Food Science and Technology* 63, 939-945. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.115

Constantin, O.E., Istrati, D.I. (2018). "Dunarea de jos" university, galati, department of food science, food engineering, biotechnology and aquaculture, faculty of food science and engineering, *111 Domnească Street, E building, 800201 Galaţi, România* 1-14. http://www.unicer.ugal.ro/images/brochure/BIOALIMENT_TEHNIA_EN.pdf

Cuq, B., Mandato, S., Jeantet, R., Saleh, K., & Ruiz, T. (2013). Agglomeration/granulation in food powder production. handbook of food powders: processes and properties cambridge: *Woodhead Publishing*, (150–177). https://doi.org/10.1533/9780857098672.1.150

Çapanoğlu, E., de Vos, R. C., Hall, R. D., Boyacioglu, D., & Beekwilder, J. (2013). Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. *Food Chemistry*, 139 (1-4), 521-526. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.023

Çelik, S. A., Ayran, İ., Kan, A. (2018). Elemental characterzaton of buckwheat (*fagopyrum esculentum moench*) cultvated n Turkey, *Int J Agric Environ Food Sci 2* (Special Issue 1):190-192. https://doi.org/10.31015/jaefs.18033

Çeliktopuz, E., Kapur, B., Sarıdaş, M. A., Paydaş Kargı, S., Özekici, B. (2017). Farklı sulama seviyeleri ile biyoaktivatör uygulamalarının çilek bitkisinin eko– fizyolojik özellikleri üzerine etkisi, *Bahçe 46* (Özel Sayı 1: V. Uluslararası Katılımlı Üzümsü Meyveler Sempozyumu): 79–87. ISSN: 1300-8943 / 2791-6375.

Dai, Y., Luo, X. (1996). Functional food in china, *Nutrition Reviews*, (54), 11. 21-23. https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1996.tb03813.x

Değerli, C., El, S. N. (2019). Optimum beslenmede sağlıklı atıştırmalıkların yeri, *Gıda*, 44 (6): 988-999. https://doi.org/10.15237/gida.GD19071

Denisow, B., Denisow-Pietrzyk, M. (2016). Biological and therapeutic properties of beepollen: a review, *J Sci Food Agric*; 96: 4303–4309. https://doi.org/10.1002/jsfa .7729

De Simone, V., Franzè, E., Ronchetti, G., Colantoni, A., Fantini, M. C., Di Fusco, D., Sica, G. S., Sileri, P., MacDonald, T. T., Pallone, F., Monteleone, G., & Stolfi, C. (2015). Th17-type cytokines, IL-6 and TNF-α synergistically activate STAT3 and NF-kB to promote colorectal cancer cell growth. *Oncogene*, 34(27), 3493–3503. https://doi.org/10.1038/onc.2014.286

De Souza, V. R., Pereira, P. A.P., da Silva, T. L. T., de Oliveira Lima, L. C., Pio, R., Queiroz, F. (2014). Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits, *Food Chemistry*, (156) 362–368. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.125

Deveci, B., Türkmen, S., & Avcıkurt, C. (2016). Vanilya baharatı ve kullanım alanları üzerine bir araştırma, *Journal Of Human Sciences*, 13 (3), 5340-5350. https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/4177

Devrajan, N., Prakash, P., Jindal, N. (2017). Some physico-chemical properties of germinated and ungerminated buckwheat *(fagopyrum esculentum*), *International Journal of Science, Environment and Technology,* Vol. 6, No 2. ISSN 2278-3687.

Dizlek, H., Özer, M. S., İnanç, E., Gül, H. (2009). Karabuğday'ın (*fagopyrum esculentum moench)* bileşimi ve gıda sanayiinde kullanım olanakları, *Gıda*, 34 (5): 317-324. https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/6859/91921

Dokuz Murat, B. (2021). *Glutensiz fonksiyonel bar üretimi ve bazı kalite özelliklerinin incelenmesi*, Yüksek Lilsans Tezi, Türkiye Cumhuriyeti Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Durack, E, Gomez, A., Wilkinson, M. G. (2008). Salt: a review of its role in food science and public health, *Current Nutrition & Food Science*, 4, 290-297. https://doi.org/10.2174/157340108786263702

Dziki, D., Gawlik Dziki, U., Kordowska Wiater, M. and Doman Pytka, M. (2015). Influence of elicitation and germination conditions on biological activity of wheat sprouts, *Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry*. https://doi.org/10.1155/2015 /649709

El-Adawy, T. A., Rahma, E. H., El-Bedawey, A. A. and El-Beltagy, A. E. (2003). Nutritional potential and functional properties of germinated mung bean, pea and lentil seeds, *Plant Foods for Human Nutrition,* 58, 1-13. https://doi.org/10.1023/b:qual.000004033 9.48521.75

Erdoğdu, M., Geçgel, Ü. (2019). Chia tohumu *(salvia hispanica l.)* ve yağının fizikokimyasal özellikleri ve gıda sektöründe değerlendirilmesi, *Journal of Food and Feed Science-Technology* (21):9-17. https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursagida/issue/ 43509/532134

Ergül, E., U., Gezegin, C., Yıldız, A. (2019). Yanıt yüzey yöntemi ve genetik algoritma kullanılarak transformatör sargı en sıcak nokta sıcaklığının modellenmesi ve optimizasyonu, *DÜMF Mühendislik Dergisi* 10:2: 467-480. http://doi.org/10.24012/ dumf.422182

Ergüt, M. (2015). *Portakal ve limon posasındaki fenolik maddelerin süperkritik akışkan ekstraksiyonu,* Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Tez No: 425939. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=-gWYlvhAJThepYSmYHkObg&no=tt2ewGbKUPZk2gH5oYkosA

Eroğlu, Ö., Yüksel, S. (2020). Historical development and current status of beekeeping in turkey and the world, *Atlas Journal International Refereed Journal On Social Sciences,* Vol: 6, (27) 345-354. http://dx.doi.org/10.31568/atlas.433

Ersus, S., Çetiner, M., Hayatioğlu, N., Hepçimen, A.Z. (2021). Production of pomegranate snacks as affected by different pre-treatments, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg*., 58 (1) :17-24. https://doi.org/10.20289/zfdergi.723460

FAO. (2020) https://www.fao.org/ Erişim tarihi: Ocak 2022

Gasga, V. M. Z., Pérez, L. A. B., Basurto, R. I. O., Tovar, J., Sayago-Ayerdi, S. G. (2014). Granola bars prepared with agave tequilana ingredients: chemical composition and in vitro starch hydrolysis, *LWT - Food Science and Technology* 56, 309-314, https://:10.1016/j.lwt.2013.12.016

Gençdağ, E., Görgüç, A., Yılmaz, F.M. (2019). Dried fig processing, quality problems and ınnovative methods developed by food ındustry, *Gıda* 17(3), 378-388. https://doi.org/10.24323/akademik-gida.647724

Ghavidel, R. A.ve Prakash, J. (2007). The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. *LWT-Food Science and Technology*, 40(7). https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.08.002

Gök, S., Aka Kaçar, Y., Küden, A. B. (2020). Dünya'da ve türkiye'de badem ıslahı çalışmalarına genel bir bakış, *Çukurova J. Agric. Food Sci.* 35(1): 67-76. https://doi.org/10.36846/CJAFS.2020.19

Gu X, Tucker K L. (2017). Dietary intakes of the us child andadolescent population and their adherence to the current dietary guidelines: trends from 1999 to 2012. *Federal Nutrition Assistance Programs.* 105(1):194-202. https://doi.org/10.1096/fasej .31.1_supplement.29.1

Guzmán-Ortiz, F. A., Castro-Rosas, J., Gómez-Aldapa, C. A., Mora-Escobedo, R., Rojas-León, A., Rodríguez-Marín, M. L., Falfán-Cortés, R. N., & Román-Gutiérrez, A. D. (2019) Enzyme activity during germination of different cereals: a review, *Food Reviews International*, 35:3, 177-200, https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1514623

Gülsoy, E., Balta, F. (2014). Aydın ili yenipazar, bozdoğan ve karacasu ilçelerinden selekte edilen badem (*prunus amygdalus batch)* genotiplerinin protein, yağ ve yağ asidi bileşimlerinin belirlenmesi, *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.,* 4(1): 9-14. ISSN 2146-0574.

Günaydın, Ş., Karaca, H. (2015). Küf gelişimi ve mikotoksin oluşumunun kontrolünde doğal bitki ekstraktlarmın kullanımı, *Akademik Gıda* 13(2) 173-182. ISSN: 1304-7582 / 2148-015X.

Gündüz, K., Özdemir, E. (2012). Farklı yetiştirme yerlerinin bazı çilek genotiplerinin erkencilik indeksi, verim ve meyve kalite özellikleri üzerindeki etkileri, *Dergipak,* (49) 1, 27. ISSN 1018 – 8851.

Güngör, G. (2019). *Glutensiz granola üretimi ve zerdaçal (curcuma longa l.) ve mahlep (prunus mahaleb l.) ilavesinin antioksidan özelliklere etkisi,* Yüksek Lisans Tezi, T.C. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Güzel, S., Ülger, M., Özay, Y. (2020). Antimicrobial and antiproliferative activities of chia (salvia hispanica l.) seeds, *International Journal of Secondary Metabolite,* 7 (3) , 174-180. https://doi.org/10.21448/ijsm.722574

Habryka, C., Socha, R., Juszczak, L., (2021), Effect of bee pollen addition on the polyphenol content, antioxidant activity, and quality parameters of honey *Antioxidants (Basel),*10, 810. https://doi.org/ 10.3390/antiox10050810

Hacıoğlu, G., Kurt, G. (2012). Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik farkındalığı, kabulü ve tutumları: izmir ili örneği. *Business and Economics Research Journal*. 3 (1), 161 171. ISSN: 1309-2448

Hayıt, F., Gül, H. (2015). Karabuğday'ın sağlık açısından önemi ve unlu mamüllerde kullanımı, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 29, Sayı 1, 123-131

Hayıt, F., Gül, H. (2021). Use of germinated grains and legumes in bakery products and their effects on product quality, Electronic Letters on Science & Engineering 17(2), 64-75. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1522342

Hung, P. V., Trinh, LND., Thuy, NTX., Morita, N. (2021). Changes in nutritional composition, enzyme activities and bioactive compounds of germinated buckwheat

(*fagopyrum esculantum* m.) under unchanged air and humidity conditions, *International Journal Of Food Science And Technology*, (56) 3209–321

Hunter, S.R., Mattes, R.D. (2020). The role of eating frequency and snacking on energy intake and BMI, *Handbook of Eating And Drinking,* 659-678. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-75388-1_115-1

ISO 13299, (2016). Sensory analysis — Methodology — General guidance for establishing a sensory profile, *ISO,* Erişim tarihi, Nisan, 2022. https://www.iso.org/standard/58042.html

Iveson, S. M., Litster, J. D., Hapgood, K., & Ennis, B. J. (2001). Nucleation, growth and breakage phenomena in agitated wet granulation processes: a review. *Powder Technology*, 117(1-2), 3-39. https://doi.org/10.1016/S0032-5910(01)00313-8

İnanır, C., Albayrak, S., Ekici, L. (2019). Karabuğdayın fitokimyası, farmakolojisi ve biyofonksiyonel özellikleri, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16) 713-722. https://doi.org/10.31590/ejosat.580742

Jedlinska, A., Samborska, K., Janiszewska-Turak, E., Witrowa-Rajchert, D., Seuvre, A. M., Voilley, A. (2018). Physicochemical properties of vanilla and raspberry aromas microencapsulated in the industrial conditions by spray drying, *J Food Process Eng.,* 41:e12872.4. https://doi.org/10.1111/jfpe.12872

Jimenez, T., Turchiuli, C., & Dumoulin, E. (2006). Particles agglomeration, in a conical fluidized bed in relation with air temperature profiles. *Chemical Engineering Science* (61), 5954–5961. https://doi.org/10.1016/j.ces.2006.05.007

Jiwa, M., Krejany, C., Kanjo, E. (2021). Is snacking the new smoking? *The Journal of Health Design*, 6 (1): 346–350. https://doi.org/10.21853/JHD.2021.124

Kanmaz, E.Ö., Ova, G. (2014). Filizlendirme işleminin fitokimyasal bileşikler üzerine etkisi, *Gıda* 39 (1): 49-56. https://doi.org/10.5505/gida.55706

Kamiloğlu, S. (2019). Endüstriyel dondurma işlemi ve in vitro gastrointestinal sindirim sırasında taze fasulyenin fenoliklerinde, flavonoidlerinde ve antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimler, Akademik Gıda, 17 (2), 176 – 184. https://doi.org/10.24323/akademik-gida.613559

Kamiloglu, S., & Çapanoğlu, E. (2013). Investigating the in vitro bioaccessibility of polyphenols in fresh and sun-dried figs (*Ficus carica L.). International Journal Of Food Science & Technology,* 48(12), 2621-2629. https://doi.org/10.1111/ijfs.12258

Karabagias, I. A., Karabagias, V. K., Gatzias, I., Riganakos, K. A. (2018). Bio-functional properties of bee pollen: the case of “bee pollen yoghurt”, *Coatings,* 8 (12), 423. https://doi.org/10.3390/coatings8120423

Karadağ, A., Hermund, D. B., Jensen, L.H.S., Andersen, U., Jonsdottir, R., Kristinsson, H. G., Alasalvar, C., Jacobsen, C. (2017). Oxidative stability and microstructure of 5% fish-oil-enriched granola bars added natural antioxidants derived from brown alga fucus vesiculosus, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.,* 119 https://doi.org/10.1002/ejlt.201500578

Karlıdağ, S., Keskin, M. (2020). Arı ürünlerine genel bir bakış, *OKÜ Fen Bil. Enst. Dergisi* (3) 1, 58-63. https://dergipark.org.tr/tr/pub/okufbed/issue/54934/713906

Keith W. Singletary. (2020). Vanilla potential health benefits, *Food Science (*55) 4. https://doi:10.1097/NT.0000000000000412.

Kesbiç, O. S. (2019). Effects of the cinnamon oil (*cinnamomum verum*) on growth performance and blood parameters of rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*), *Food Science and Technology*, 7 (2): 370-376. https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i2.370-376.2360

Keskin, Z., S., Gürsoy, N. (2019). Investıgatıon of natural mycoflora and aflatoxin formation in hazelnuts and products, *Cumhuriyet Sci. J*., (40) 4, 967-977. https://doi.org/10.17776/csj.644503

Kılıç, S., Elmacı, Y. (2018). Karabuğday: bileşimi ve gıdalarda kullanılması, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (10): 1388-1401. https://doi.org/10.24925 /turjaf.v6i10.1388-1401.2038

Kılınçer, F. N*., Çimlendirilmiş bazı tahıl ve baklagillerin besinsel ve fonksiyonel özellikleri üzerine bir araştırma,* Yüksek Lisans Tezi, T.C. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Kılınçer, F. N., Demir, M. K. (2019). Filizlendirilmiş bazı tahıl ve baklagillerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, *Gıda* 3, 419-429. https://doi.org/10.15237/gida.GD19019

Kırca, L., Bak, T., Kırca, S., Karadeniz, T. (2018). Fındığın kullanım alanları ve insan sağlığına etkileri, *Bahçe*, 47 (Özel Sayı 2): 292-299. ISSN 1300–8943.

Kim, D. O., Jeong, S., & Lee, C. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums, *Food Chemistry, (*81) 321-326. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00423-5

Kim, S. L., Kim, S. K., Park, C. H., (2004). Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable, *Food Research International*, (37) 319–327. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.12.008

Kim, S. J., Zaidul, I. S. M., Maeda, T., Suzuki, T., Hashimoto, N., Takigawa, S., Noda, T., Matsuura-Endo, C. and Yamauchi, H. (2007). A time-course study of flavonoids in the sprouts of tartary (*fagopyrum tataricum gaertn.*) buckwheats, *Scientia Horticulturae*, 115, 13-18. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.07.018

Kim SJ, Sohn HB, Lee KT, Shin JS, Kim S, Nam JH, Hong SY, Suh JT, Chang DC, Kim YH. (2019). Anti-inflammatory effects of seed ethanolic extracts of the common

buckwheat and tartary buckwheat are mediated through the suppression of inducible nitric oxide synthase and pro-inflammatory cytokines in LPSinduced RAW 264.7 macrophage cells. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 51: 565-575. https://doi.org/10.9721/KJFST.2019.51.6.565

Koday, Z., Karlıdağ, H. (2020). Türkiye'deki arıcılık faaliyetleri ve bal üretiminin bölgesel dağılımı (2007-2018), *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24 (1), 495-510. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunisosbil/issue/53123/7042

Kosti´C, A. Z., Milin˘ci´c, D. D., Bara´c, M. B., Shariat, M. A., Teši´c, Peši´c, M. B. (2020). The application of pollen as a functional food and feed ıngredient—the present and perspectives, *Biomolecules*, 10, 84. https://doi.org/10.3390/biom10010084

Kowalski, S., Makarewicz, M. (2017). Functional properties of honey supplemented with bee bread and propolis, *Natural Product Research*, (31) 22, 2680–2683. https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1286481

Koyama, M., Nakamura, C., Nakamura, K. (2013). Changes in phenols contents from buckwheat sprouts during growth stage, *J Food Sci Technol*, 50(1):86–93. https://doi.org/10.1007/s13197-011-0316-1

Kristensen, H. G. (1988). Agglomeration of powders, *Acta Pharmaceutica Suecica*, (25) 187-204.

Kumaran, A., Karunakaran, R. J. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of coleus aromaticus. *Food Chemistry*, 97(1), 109-114. https://10.1016/j.foodchem.2005.03.032

Kvidahl Reilly, M. (2020). Healthy and flavorful: diverse consumers and eating occasions translate to ample opportunity for bar creativity, *Snack Food & Wholesale Bakery*, Vol. 109 Issue 6, P18-26. 7p.

Lambert, l., Mann, G., Partacz, M., Jurss, M. (2020). Measuring university students' beliefs toward healthy snack selection, *Journal of American College Health.* 191-198. https://doi.org/10.1080/07448481.2020.1732987

Leblebici, S. (2019). Karabuğday bitkisinin (*fagopyrum esculentum moench.*) bazı ekofizyolojik özellikleri üzerine kadmiyum ve nikel'in etkisi, *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 12(3), 1356-1369. https://doi.org/10.18185/erzifbed.5 21581

Lee, E. H., Kim, C. J. (2008). Nutritional changes of buckwheat during germination, *Korean J. Food Culture* 23(1): 121-129. ISSN: 1225-7060

Lim, J., Park, K., Kim, B., Jeongj., Kim, H. (2012). Effect of salinity stress on phenolic compounds and carotenoids in buckwheat (*Fagopyrum esculentum m.)* sprout, *Food Chemistry* (135), 1065–1070. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.068

Macedo, Ism., Sousa-Gallagher, M. J., Oliveira, J. C., Byrne, E. P. (2013). Quality by design for packaging of granola breakfast product, *Food Control* 29, 438-443. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.045

Mansur, A. R., Lee, S. G., Lee, B. H. (2022). Ortak karabuğday filizlerinde fenolik bileşikler: bileşim, izolasyon, analiz ve biyoaktiviteler. *Food Sci Biotechnol* 31, 935–956. https://doi.org/10.1007/s10068-022-01056-5.

Medina, J., D. L. C., Jiménes, G. C. R., García, H. S. (2009). Vanilla: post-harvest operations, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. https://www.fao.org/3/ax447e/ax447e.pdf

Movagharnejad, K., Vahdatkhoram, F., Nanvakenari, S. (2019). Optimization of microwave and infrared drying process of nettle leaves using design of experiments, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 135:1677–1685. https://doi.org/10.1007/s10973-018-7511-5

Murray, J.M., Deladunty, C.M., Baxter, I.A. (2001). Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International* 34:461-471. https://doi:10.1016/S0963-9969(01)00070-9

Mut, Z., Erbaş Köşe, Ö. D., Akay, H. (2017). Farklı yulaf (*avena sativa*) çeşitleri ve hasat dönemlerinin; silajların kimyasal kompozisyonuna, rumende parçalanabilirlik özellikleri ve net enerji değerleri üzerine etkileri, *Yyü Tar Bil Derg* (*Yyu J Agr Scı*), 27(3): 347-356. ISSN: 1308-7576 / 1308-7584.

Myers, R.H., Montgomery, D.C. (1995). Response Surface Methodology, Process and Product Optimization Using Designed Experiments, John Wiley and Sons, New York.

Niyaz, Ö. C., Demirbaş, N. (2017). Arı ürünler tüketicilerin genel özellikleri ve tüketim tercihleri: Çanakkale il örneği, *Tarım Ekonomisi Dergisi,* 23 (2). https://doi.org/10.24181/tarekoder.369470

Njike, VY, Smith, TM, Shuval, O, Shuval, K, Edshteyn, I, Kalantari, V, And Yaroch, AL. (2016). Snack food, satiety, and weight, *Advances İn Nutrition* (Bethesda, Md.), 7(5): 866–878. doi: 10.3945/an.115.009340

Okur, B., Madenci, A. B. (2019). Çiğ beslenme (raw food) akımında filizlendirilmiş hububat ve baklagillerin önemi, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 7/1, 664-675. https://doi.org/10.21325/jotags.2019.384

Oliveira, A., Pintado, M. (2014). Impact of processıng on nutrıtıonal and functıonal propertıes of strawberry, cultivation, antioxidant properties and health benefits, *Nutrıtıon And Dıet Research Progress* Chapter 2; 21-37. ISBN: 978-1-63321-524-5.

Öney, Ö., Samanlı, S. (2017). Kütahya/altıntaş grafitlerinin kaba flotasyon parametrelerinin boxbehnken deney tasarımı kullanılarak optimizasyonu ve

modellenmesi, *Dokuz Eylul University-Faculty Of Engineering Journal Of Science And Engineering*, 19 (56), 532-542. https://doi.org/10.21205/deufmd. 2017195651

Özcan, M. M., Ghafoor, K., Juhaimi, F. A., Uslu, N., Babiker, E., Ahmed, I. A. M., Almusallam, I. A. A. (2020). Influence of drying techniques on bioactive properties, phenolic compounds and fatty acid compositions of dried lemon and orange peel powders, *J Food Sci Technol,* (58)147–158. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04524-0

Özenç, N. Özenç, D. B. (2014). Nut traits and nutritional compositionof hazelnut *(corylus avellana l.)* as influencedby zinc fertilization, *J Sci Food Agric* (95) 1956–1962. https://doi.org/10.1002/jsfa.6911

Özenoğlu, A. (2016). Sağlıklı beslenme ilkeleri, beslenmenin esasları ve sağlığın korunmasında beslenme, *Hatiboğlu Yayınları*, (1) 45-51. ISBN: 9789758322961

Özgören, E., Kaplan, H. B., Tüfekçi, S. (2018). Chia tohumu kullanılarak zenginleştirilen galetaların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri, *Food and Health,* 4(2), 140-146108. https://doi.org/10.3153/fh18014

Özok, N. (2021). *Bazı çilek çeşitlerinin bursa ekolojik koşullarındaki morfolojik ve pomolojik özellikleri,* Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. https://acikerisim.uludag.edu.tr/bitstream/11452/19979/1/Nursena_%C3% 96ZOK.pdf

Özyurt, H., Tetik, I., Tetik, P., Saralı, H., Ötleş, S. (2020). Fındık zarı yağının ekstraksiyon parametrelerinin optimizasyonu ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi, *Gıda,* 45 (6) 1073-1082. https://doi.org/10.15237/gida.GD20094

Pacheco, C., Martínez, E., Moraga, G., Piña, J. M. A., Navarrete, N. M. (2020). Development of dried functional foods: stabilization of orange pulp powder by addition of biopolymers, *Powder Technology,* Volume 362, 11-16. https://doi.org/10 .1016/j.powtec.2019.11.116

Paksoy, M., Palabıçak, M.A. (2017). Yerel incir çeşidi üreticiliğinin bazı sosyo-ekonomik göstergelerle incelenmesi: abbas inciri örneği, *Derim* 34 (2): 142-146. https://doi.org/10.16882/derim.2017.288005

Pathare, P. B., Byrne, E. P. (2011). Application of wet granulation processes for granola breakfast cereal production, *Food Eng Rev*., 3:189–201. https://doi.org/10.1007/s12393-011-9043-7

Pathare, P., Bas, N., Fitzpatrick, J. J., Cronin, K., Byrne, E. P. (2012). Production of granola breakfast cereal by fluidised bed granulation, *Food And Bioproducts Processing*, 549–554. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.08.004

Pathare, P. B., Baş, N., Byrne, E. P. (2013). Attrition of granola as a function of manufa cturing process parameters during fluidised bed granulation and subsequent pneumatic conveying, *Asia-Pac. J. Chem. Eng.*, 8: 679–686. https://doi.org/10.1002/apj.1709

Penas E., Gomez R., Frias J., Vidal-Valverde C. (2008). Application of high-pressure on alfalfa (*medigo sativa*) and mung bean (*vigna radiata*) seeds to enhance the microbiological safety of their sprouts. *Food Control*, (19), 698-705. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.07.010

Pennanen, K., Närväinen, J., Vanhatalo, S., Raisamo, R., Sozer, N. (2020). Effect of virtual eating environment on consumers' evaluations of healthy and unhealthy snacks, *Food Quality And Preference* (82). https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.103871

Poiana, M. A., Alexa, E., Bragea, M. (2009). Studies concerning the phosphorus bioavailability ımprovement of some cereals used in nourishment, *Roumanian Biotechnology Letters* (14), 4467-4473. https://www.researchgate.net/publication/234045312_Studies_concerning_the_phosphorus_bioavailability_improvement_of_some_cereals_used_in_nourishment

Polatcı, H., Taşova, M. (2020). Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucu geliştirilmesi ve portakal kurutma performansının belirlenmesi*, Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi* 8 (1), 131-138. https://doi.org/10.21923/jesd.502465

Pongrac, P., Potisek, M., Fraś, A., Likar, M., Budič, B., Myszka, K., Kreft, I. (2016). Composition of mineral elements and bioactive compounds in tartary buckwheat and wheat sprouts as affected by natural mineral-rich water. *Journal of Cereal Science* (69), 9–16. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.002

Rahman, M. M., Moniruzzaman, M., Ahmad, M. R., Sarker, B. C., Alam, M. K. (2016). Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions, *J. The Saudi Society of Agric*. 15 (1), 28-37. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.05.002

Rahmanian, N., Naji, A., Ghadiri, M. (2011) Effects of process parameters on granules properties produced in a high shear granulator, *Chem Eng Res Des 89*(5):512–518, https://doi.org/10.1016/j.cherd.2010.10.021

Ralston, R., Hills, J. M., Wood, F. O. (2020). Salt: additional ınformation, *Encyclopedia Britannica*, https://www.britannica.com/science/salt

Randhir, R., Known, Y., Shetty, K. (2008). Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of select grain sprouts and seedlings, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 9 (2008) 355–364. https://doi:10.1016/j.ifset.2007.10.004

Rasoamandrary, N., Fernandes, A. M., Bashari, M., Masamba, K., Xueming, X. (2013). Improved extraction of vanillin 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde from cured vanilla beans using ultrasound-assisted extraction: a comparison of ultrasound-assisted and hot water bath extraction, *Akademik Gıda,* 11 (1) 6-12. ISSN Print: 1304-7582.

Reijonen, E., Karhunen, L., Sairanen, E., Rantala, S., Laitinen, J., Puttonen, S., Peuhkuri, K., Hallikainen, M., Juvonen, K., Myllymäki, T., Föhr, T., Pihlajamäki, J., Korpela, R., Ermes, M., Lappalainen, R., Kolehmainen, M. (2016). High perceived stress is associated with unfavorable eating behavior in overweight and obese finns of working age, *Epub* (1)103:249-258. https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.04.023

Reinoso Carvalho, F., Wang, Q. J., Van Ee, R., & Spence, C. (2016). The influence of soundscapes on the perception and evaluation of beers, *Food Quality and Preference*, 52, 32–41. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.03.009

Ren, S. J., Sun, J. T. (2014). Changes in phenolic content, phenylalanine ammonia-lyase (pal) activity, and antioxidant capacity of two buckwheat sprouts in relation to germination, *Journal Of Functıonal Foods* (7), 298- 304. https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.01.031

Sahan, Y., Dundar, A. N., Aydin, E., Kilci, A., Dulger, D., Kaplan, F. B., Gocmen, D., Celik, G. (2013). Characteristics of cookies supplemented with oleaster (elaeagnus angustifolia l.) flour. ı physicochemical, sensorial and textural properties*, Journal of Agricultural Science;* (5) 2. https://doi.org/10.5539/jas.v5n2p160

Samani, B. H., Jafari, H. H., Zareiforoush, H. (2017). Artificial neural networks, genetic algorithm and response surface methods: the energy consumption of food and beverage industries in ıran, *Journal Of Aı And Data Mining,* Vol 5 (1), 79-88. https://doi.org/10.22044/JADM.2016.782

Saral, Ö., Kolaylı, S., (2012). Arı ürünlerinin karaciğer hasarını önlemedeki rolü nedir?, *Uludag Bee Journal,* 12 (4): 147-152. http://hdl.handle.net/11452/15902

Sarı, N., Ünay, A. (2013). Bazı yulaf genotiplerinin beta glukan içeriğinin kümeleme analizi ile değerlendirilmesi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 22 (1): 6-12. ISSN: 1302-4310 / 2146-8176

Sattar, D. E. S., Fauqiha, A. T., Mohamed, M., Ali, T. M., Hasnain, A. (2021). Comparative study on effects of adding germinated and non-germinated legumes on bioactive components, antioxidant, textural and sensory characteristics of cereal flakes, *Legume Science*, 3(1), e68. https://doi.org//10.1002/leg3.68

Seçer, A., Öztornacı, B., Emeksiz, F. (2019). Türkiye'de çilek üretim ve dış ticaretinde gelişmeler, *Alatarım*, 18 (1): 49-56. ISSN: 1304-2653 / 2757-8097

Sethupathy, P., Suriyamoorthy, P., Moses, J. A., Chinnaswamy, A. (2020). Physical, sensory, in-vitro starch digestibility and glycaemic index of granola bars prepared using sucrose alternatives, *International Journal Of Food Science And Technology*, 55, 348–356. https://doi.org/10.1111/ijfs.14312

Sharanya Rani D., Penchalaraju, M. (2016). A review different types of functional foods and their health benefits, *International Journal Of Applied And Natural Sciences*, 5(3):19-28. Er ISSN(E): 2319-4022.

Sharif, M., Hussain, A. and Subhani, M. (2013). Use of sprouted grains in the diets of poultry and ruminants, *Paripex-Indian Journal of Research* 10 (2), 1-7. ISSN - 2250-1991.

Shojaeimehr, T., Rahimpour, F., Schwarze, M., Repke Godini, H. R., Wozny, G. (2018). Use of rsm for the multivariate, simultaneous multiobjective optimization of the operating conditions of aliphatic carboxylic acids ion-exclusion chromatography column: quantitative study of hydrodynamic, isotherm, and thermodynamic behavior, *Journal Of Chromatography B (*1083),146-159. https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2 018.03.009

Shudong, W., Xuan, Z., Yunpeng, Z. (2020). Study on fatigue resistance parameters design of orthotropic stell bridge deck based on responce surfac method, cıtbs ıntelligent transportation, big data & smart city (ıcıtbs), *International Conference On*. :358-363. https://doi.org/10.1109/icitbs49701.2020.00080

Sığ, A. (2019). Bee pollen-a potential therapeutic agent, *Archives Medical Review Journal*; 28 (2):156-160. https://doi.org/10.17827/aktd.423992

Silva, J. S., Marques, T. R., Sımão, A. A., Corrêa, A. D., Pınheıro, A. C. M., Sılva, R. L. (2014). Development and chemical and sensory characterization of pumpkin seed flour-based cereal bars, *Food Science and Technology, Campinas*, 34(2): 346-352. http://dx.doi.org/10.1590/fst.2014.0054

Singh, P. K., Shrivastava, N., Sharma, B., Bhagyawant, S. S. (2015). Effect of domestic processes on chickpea seeds for antinutritional contents and their divergence, *American Journal of Food Science and Technology* (3), No. 4, 111-117. https://doi.org/10.12691/ajfst-3-4-3

Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., Amp, Lugasi, A. (2008). Functional food. product development, marketing and consumer acceptance- a review, *Appetite*, 51, 456–467. https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.05.060

Spence, C., Velasco, C., & Knoeferle, K. (2014). A large sample study on the influence of the multisensory environment on the wine drinking experience, *Flavour,* 3(8), https://doi.org/10.1186/2044-7248-3-8

Solgajová, M., Ivanišová, E., Nôžková, J., Frančáková, H., Tóth, Z., Dráb, S. (2014). Antıoxıdant actıvıty and polyphenol content of malt beverages enrıched wıth bee pollen, *J Microbiol Biotech Food Sci*, (3) 281-284. https://www.jmbfs.org/wp-content/uploads/2014/01/80_jmbfs_solgajova_2014_fs.pd f

Sorucu, A. (2019). Arı ürünleri ve apiterapi, *Veteriner Farmakoloji Ve Toksikoloji Derneği Bülteni* 10 (1): 1-15. ISSN: 1309-4769.

Souza, P. L. C., Silva, M. R. (2015). Quality of granola prepared with dried caju-docerrado *(Anacardium othonianum Rizz)* and baru almonds *(Dipteryx alata Vog). J Food Sci Technol* 52(3):1712–1717, https://doi.org/10.1007/s13197-013-1134-4

Steve, I. O. (2012). Influence of germination and fermentation on chemical composition, protein quality and physical properties of wheat flour (Triticum aestivum), *Journal of Cereals and Oil Seeds*, 3(3). https://doi.org/10.5897/JCO12.015

Sun-Waterhouse, D, Teoh, A, Massarotto, C, Wibisono, R, and Wadhwa, S. (2010). Comparative analysis of fruit- based functional snack bars, *Food Chemistry* 119(4): 1369–1379. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.016

Sytar, O., Brestic, M., Rai, M. (2013). Possible ways of fagopyrin biosynthesis and production in buckwheat plants, *Fitoterapia*, (84) 72–79. https://doi.org/10.1016/j.fitote.2012.10.008

Şenlik, A. S., Alkan, D. (2021). Filizlendirilmiş bazı tahıl ve baklagillerin kimyasal özellikleri ve filizlendirmeyle açığa çıkan biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine etkileri, *Akademik Gıda* 19(2) 198-207. https://doi.org/10.24323/akademik-gida.977300

Şimşek, M., Osmanoğlu, A., Taş, Z. (2010). Çermik'ten seçilen badem (prunus amygdalus l.) tiplerinin meyve performansları, *HR.Ü.Z.F. Dergisi*, 14 (2): 29-37. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/172318

Tamali, H. S., Özkırım, A. (2019). Beekeeping activities in turkey and algeria, *Mellifera*, (1):30-40. ISSN: 1302-5821. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/810738

Taraseviciene, Z., Danilcenko, H., Jariene, E., Paulauskiene, A. & Gajewski, M. (2009). Brokoli tohumunun filizlenmesi sırasında bazı kimyasal bileşenlerdeki değişiklikler, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (2) -173. https://doi.org/10.15835/NBHA3723164

Tarımsal ekonomi ve politika geliştirme enstitüsü (TEPGE). (2021). https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge Erişim tarihi: Şubat 2022.

T.C. Resmi Gazete, *Türk gıda kodeksi bal tebliği*, 31107, 2020. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/04/20200422-13.htm

T.C. Resmi Gazete, *Türk gıda kodeksi beslenme ve sağlık beyanları yönetmeliği*, 29960, 2017. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-5.htm

T.C. Resmi Gazete, *Türk gıda kodeksi gıda etiketleme ve tüketicileri bilgilendirme yönetmeliği*, 29960, 2017. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-6.htm

Thakur, M., Nanda, V. (2019). Process optimization of polyphenol-rich milk powder using beepollen based on physicochemical and functional properties, *J Food Process Eng*., 42:e13148. https://doi.org/10.1111/jfpe.13148

Thomas, R. G., Pehrsson, P. R., Ahuja, J. K., Smieja, E., Miller, K. B. (2013). Recent trends in ready-to-eat breakfast cereals in the u.s, *Procedia Food Science (2)* 20-26. https://doi.org/10.1016/j.profoo.2013.04.005

Tian, B., Xie, B., Shi, J., Wu, J., Cai, Y., Xu, T., Xue S., Deng, Q. (2010). Physicochemical changes in oat seeds during germination, *Food Chemistry* (119), 1195-1200. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.035

Topkara, A. (2019). *Yulaf çeşit ve genotiplerinin ordu ili ekolojik koşullarında verim, verim öğeleri ve kalite özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.

Tunçil, Y. E., Çelik, Ö. F. (2019). Total phenolic contents, antioxidant and antibacterial activities of chia seeds *(Salvia hispanica l.)* having different coat color, *Akademik Ziraat Dergisi* 8 (1): 113-120. https://doi.org/10.29278/azd.593853

TÜİK. (2021). https://www.tuik.gov.tr/ Erişim tarihi: Mart 2022

TÜİK. (2022). https://www.tuik.gov.tr/ Erişim tarihi: Mart 2022

Tok, H. & Ertaş, N. (2020). Farklı çimlendirilmiş tohum unlarının kurabiyelerin mineral, fitik asit ve toplam fenolik içeriği üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi , 26 (4) , 424-433. https://doi.org/10.15832/ankutbd.535601

Topolska, K., Florkiewicz, A., & Filipiak-Florkiewicz, A. (2021). Functional food-consumer motivations and expectations, *International journal of environmental research and public health*, *18*(10), 5327. https://doi.org/10.3390/ijerph18105327

TS 933, (2003) Yemeklik Tuz, TSE, Ankara.

TS 4107, (2008) Vanilya (Şekerli), TSE, Ankara.

TS 3036, (2010) Bal, TSE, Ankara.

TS 2291/T1, (2015) Tarçın, TSE, Ankara.

Tsurunaga, Y., Takahashi, T., Katsube, T., Kudo, A., Kuramitsu, O., Ishiwata, M., Matsumoto, S. (2013). Effects of uv-b irradiation on the levels of anthocyanin, rutin and radical scavenging activity of buckwheat sprouts, *Food Chemistry*, (141) 552–556. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.032

Tulipani, S., Mezzetti, B., Capocasa, F., Bompadre, S., Beekwilder, J., de Vos, C. H., Capanoglu, E., Bovy, A., & Battino, M. (2008). Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes, *J Agric, Food Chem 56,* 696-704. https://doi.org/10.1021/jf0719959

Türemiş, N., Özgüven, A. I., Paydaş, S. (2000). Güneydoğu anadolu bölgesinde çilek yetiştiriciliği. türkiye bilimsel teknik ve araştırma kurumu, *Türkiye Tarımsal Araştırma*

Projesi Yayınları, Adana, 36 S. https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/vufind /Record/13821/UserComments

Van Duyn, M. A. S., Pivonka, E. (2000). Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literatüre, *Journal of the American Dietetic Association* (100), 1511-1521. https://doi.org/10.1016/S0002-8223(00)00420-X

Varhan, E., Elmas, F., Koç, M. (2019). Foam mat drying of fig fruit: optimization of foam composition and physicochemical properties of fig powder, *Journal of Food Process Engineering* (42) 4. https://doi.org/10.1111/jfpe.13022

Velioğlu, Y. S., Mazza, G., Gao, L., and Oomah. B. D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry,* 46, 4113-4117. https://doi.org/10.1021/jf9801973

Vlaicu, P. A., Panaite, T. D., Untea, A. E., Saracila, M., Margareta, O. (2020). Nutrıtıonal characterızatıon and the antıoxıdant propertıes of sweet orange and red grapefruıt peels, *Scientific Papers-Animal Science Series:* Lucrări Ştiinţifice-Seria Zootehnie, Vol. 73. https://repository.uaiasi.ro/xmlui/handle/20.500.12811/992

Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, R., Fern´Andez-L´Opez, J., P´Erez-´Alvarez, J. A. (2008). Functional properties of honey, propolis, and royal jelly, *Journal Of Food Scıence,* Ol. 73 (9) https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00966.x.

Wang, Q., & Spence, C. (2015). Assessing the influence of the multisensory atmosphere on the taste of vodka. Beverages, 1(3), 204–217. https://doi.org/10.3390/beverages1030204

Wang, T. Y., Hsiao, H. I., Sung, W. C. (2019). Quality function deployment modified for the food industry: an example of a granola bar, *Food Sci Nutr.*, (7) 1746–1753. doi: https://doi.org/10.1002/fsn3.1014

World Health Organization. (2020). *Nutrition advice for adults during the COVID-19 outbreak,* http://www.emro.who.int/nutrition/nutrition-infocus/nutrition-advice-for-adults-during-the-covid-19-outbreak.html

Yaşartürk, Z. E. (2016). *Sarılop incir çeşidinde bazı uygulamaların meyve kalitesi üzerine etkileri,* Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 99 s. http://adudspace.adu.edu.tr:8080/jspui/bitstream/11607/3002/1/Zeynep%20Esin%20YA%C5%9EART%C3%9CRK_YL.pdf

Yavuz, H., Yiğit, A., Erekul, O. (2016). Farklı ekim sıklıklarının karabuğday'da *(fagopyrum esculentum moench.)* verim ve bazı tane kalitesi özelliklerine etkisi, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(2):17 – 22. https://doi.org/10.25308/aduziraat.293413

Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O., Hayta, M. (2010). Yenilebilir bitki ve tohum filizlerinin fonksiyonel özellikleri, *Gıda,* 35 (3): 205-210. https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/6879/92091

Yıldız, E., Perdahçı, E. (2019). Uşak ekolojik koşullarında bazı badem çeşitlerinin adaptasyonu, *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi* 2 (1) 11-19. https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/6879/92091

Yiming, Z., Hong, W., Linlin, C., Xiaoli, Z., Wen, T., Xinli, S. (2015). Evolution of nutrient ingredients in tartary buckwheat seeds during germination, *Food Chemistry* (186) 244–248. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.115

Yoğurtçu, H. (2019). Optimization of microwave apple drying using response surface method, *Journal oof The Faculty of Engineering and Architecture f Gazi University*, 34:3, 1365-1376. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.460532

Yurt, M., Gezer, C. (2018). Chia tohumunun (*salvia hispanica*) fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine etkileri, *Gıda,* 43 (3): 446-460. https://doi.org/10.15237/gida.GD170 93

Yüksel, Ç., Atalay, D., Erge, H.S. (2020). Yenilebilir kaplamaların taze kesilmiş meyve ve sebzelerde kullanımı, *Gıda*, 45(2) 340-355. https://doi.org/10.15237/gida. GD19144

EKLER

EK 1 Granola Bar Duyusal Analiz Puanlama Çizelgesi
EK 2 Kantitatif Tanımlayıcı Analiz Panel Formu
EK 3 CUPRAC Metodu İçin Kalibrasyon Eğrisi
EK 4 DPPH Metodu İçin Kalibrasyon Eğrisi
EK 5 FRAP Metodu İçin Kalibrasyon Eğrisi
EK 6 Toplam Fenol İçeriği Analizi İçin Kalibrasyon Eğrisi
EK 7 Toplam Flavanoid İçeriği Analizi İçin Kalibrasyon Eğrisi

EK 1 Granola Bar Duyusal Analiz Puanlama Çizelgesi

Tarih:

KANTİTATİF TANIMLAYICI ANALİZ PANEL FORMU

Lütfen kodlanmış örnekleri soldan sağa doğru sırasıyla önce koklayarak sonra tadın. 'görünüm' 'koku', 'tat &aroma' ve 'tekstür & ağız hissi' parametrelerini sırasıyla 0-9 kategori skalası kullanarak puanlandırınız. Sıfır en düşük yoğunluğu, dokuz en yüksek yoğunluğu ifade etmektedir.

No	Tanımlayıcı Özellikler	215	876	305	189	460	745	698	232	546	142	850	900	378	570	127
1	Renk Yoğunluğu															
2	Yüzey Pürüzlülüğü															
No	Tanımlayıcı Özellikler	215	876	305	189	460	745	698	232	546	142	850	900	378	570	127
4	Polen kokusu															
5	Propolis Kokusu															
6	Çilek Kokusu															
7	Portakal Kokusu															
8	İncir Kokusu															
9	Tarçın Kokusu															
10	Vanilya Kokusu															
11	Elma Kokusu															

No	Tanımlayıcı Özellikler	215	876	305	189	460	745	698	232	546	142	850	900	378	570	127
12	Polen Aroması															
13	Propolis Aroması															
14	Çilek Aroması															
15	Portakal Aroması															
16	İncir Aroması															
17	Tarçın Aroması															
18	Vanilya Aroması															
19	Elma Aroması															
20	Ekşilik															
21	Tatlılık															
22	Karamel															
23	Yanık															

No	Tanımlayıcı Özellikler	215	876	305	189	460	745	698	232	546	142	850	900	378	570	127
24	Yüzey Pürüzlülüğü															
25	Sertlik															
26	Gevreklik															
27	Çiğnenebilirlik															
28	Ufalanma															
29	Elastiklik															
30	Yapışkanlık (adhesiver															

EK 2 Kantitatif Tanımlayıcı Analiz Panel Formu

Tarih:

KANTİTATİF TANIMLAYICI ANALİZ PANEL FORMU

Lütfen kodlanmış örnekleri soldan sağa doğru sırasıyla önce koklayarak sonra tadın. 'görünüm' 'koku', 'tat &aroma' ve 'tekstür & ağız hissi' parametrelerini sırasıyla 0-9 kategori skalası kullanarak puanlandırınız. Sıfır en düşük yoğunluğu, dokuz en yüksek yoğunluğu ifade etmektedir.

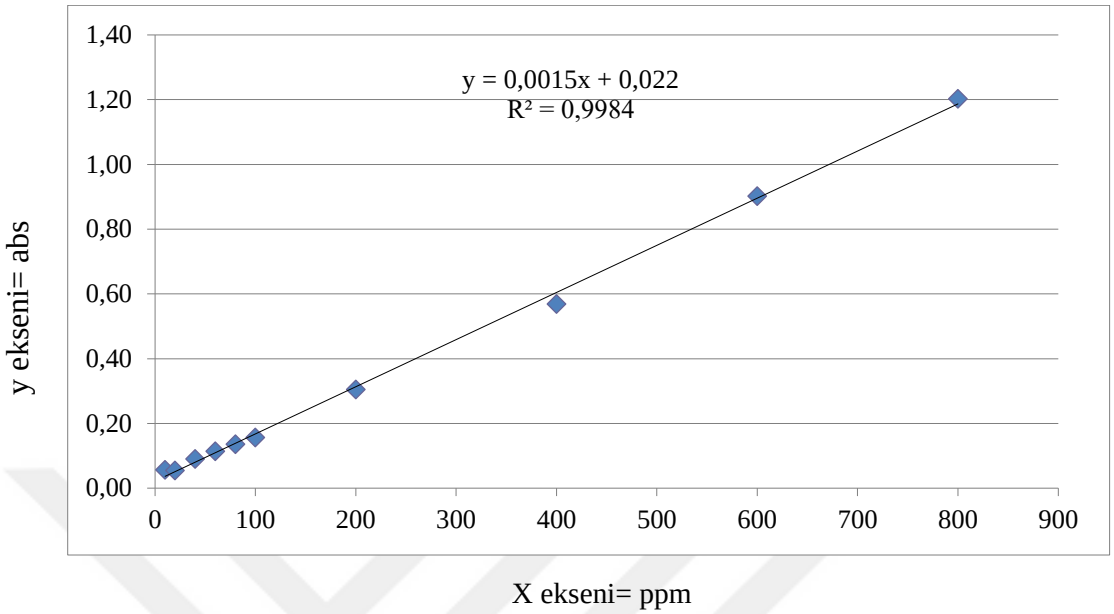
No	Tanımlayıcı Özellikler	GÖRÜNÜM: Tanımlayıcı Özellikler
1	Renk Yoğunluğu	Granola barın yüzey renginin yoğunuğu (ÇOK AÇIK:0 – ÇOK KOYU: 9)
2	Parlaklık	Granola barın yüzeyinin parlaklık seviyesi (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
3	Homojen Görünür	Granola barın yüzeyinin homojen görüntüsü (HİÇ:0 – AŞIRI: 9)
No	**Tanımlayıcı Özellikler**	**KOKU: Tanımlayıcı Özellikler**
4	Polen kokusu	Granola barın polen kokusunun yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
5	Propolis Kokusu	Granola barın propolis kokusunun yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
6	Meyvemsi Koku	Granola barın meyvemsi kokusunun yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
7	Tarçın Kokusu	Granola barın tarçın kokusunun yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
8	Vanilya Kokusu	Granola barın vanilya kokusunun yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
9	Karabuğday Koku	Granola barın karabuğday kokusunun yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
10	Yulaf Kokusu	Granola barın yulaf kokusunun yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
11	Hamur Kokusu	Granola barın hamur kokusunun yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)

No	Tanımlayıcı Özellikler	TAT VE AROMA: Tanımlayıcı Özellikler
12	Polen Aroması	Ürünün tadım yapılarak yutulamdan önce (ağız kapalıyken) havanın ağız boşluğundan burun boşluğuna itildiğinde hissedilen ürünün karakteristik polen aromasının yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
13	Propolis Aroması	Ürünün tadım yapılarak yutulamdan önce (ağız kapalıyken) havanın ağız boşluğundan burun boşluğuna itildiğinde hissedilen ürünün karakteristik propolis aromasının yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
14	Meyve Aroması	Ürünün tadım yapılarak yutulamdan önce (ağız kapalıyken) havanın ağız boşluğundan burun boşluğuna itildiğinde hissedilen ürünün karakteristik meyve aromasının yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
15	Tarçın Aroması	Ürünün tadım yapılarak yutulamdan önce (ağız kapalıyken) havanın ağız boşluğundan burun boşluğuna itildiğinde hissedilen ürünün karakteristik tarçın aromasının yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
16	Vanilya Aroması	Ürünün tadım yapılarak yutulamdan önce (ağız kapalıyken) havanın ağız boşluğundan burun boşluğuna itildiğinde hissedilen ürünün karakteristik vanilya aromasının yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
17	Karabuğday Aroması	Ürünün tadım yapılarak yutulamdan önce (ağız kapalıyken) havanın ağız boşluğundan burun boşluğuna itildiğinde hissedilen ürünün karakteristik karabuğday aromasının yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9

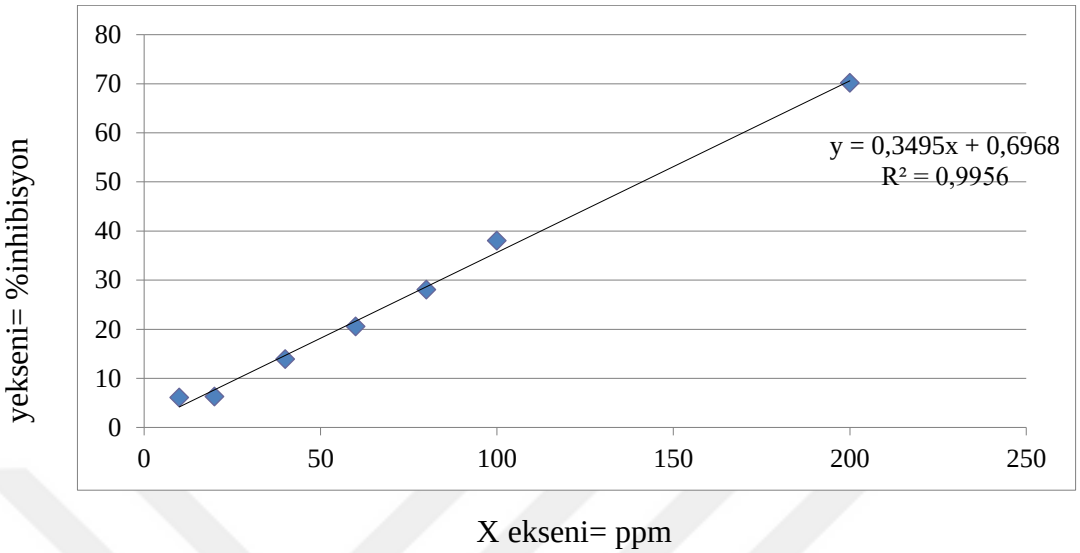
18	Yulaf Aromas	Ürünün tadım yapılarak yutulamdan önce (ağız kapalıyken) havanın ağız boşluğundan burun boşluğuna itildiğinde hissedilen ürünün karakteristik yulaf aromasının yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9
19	Ekşilik	Sitrik asit ile ölçülen temel bir tat olan ekşiliğin üründeki yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
20	Tatlılık	Sakkaroz ile ölçülen temel bir tat olan tatlılığın üründeki yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
21	Karamel	Üründeki karamel tadın yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
22	Yanık	Üründeki yanık tadın yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)

No	**Tanımlayıcı Özellikler**	**YÜZEY ÖZELLİKLERİ: Tanımlayıcı Özellikler**
24	Yüzey Pürüzlülüğü	Granola barın diliminin yüzeyinin pürüzlülük özelliğinin yoğunluğu (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
25	Sertlik	Granola barın elle bası uygulandığında gösterdiği sertlik derecesi (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
26	Kıtırlık	Granola barın kıtırlık derecesi (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
27	Çiğnenebilirlik	Granola barın çiğnenebilirliğinin kolaylık (ease of chewiness) derecesi- yutmak için uygun bir seviyeye gelene kadar gereken çiğneme sayısı (1 çiğneme/saniye) (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
28	Ufalanma	Granola barın iki parmakla baskı uygulandığında ufalanma miktarı (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
29	Elastiklik	Granola barın iki parmak ile çekildiğinde uzama miktarı (HİÇ:0 – AŞIRI:9)
30	Yapışkanlık (adhesiveness)	Granola barın dişlere yapışma miktarı (HİÇ:0 – AŞIRI:9)

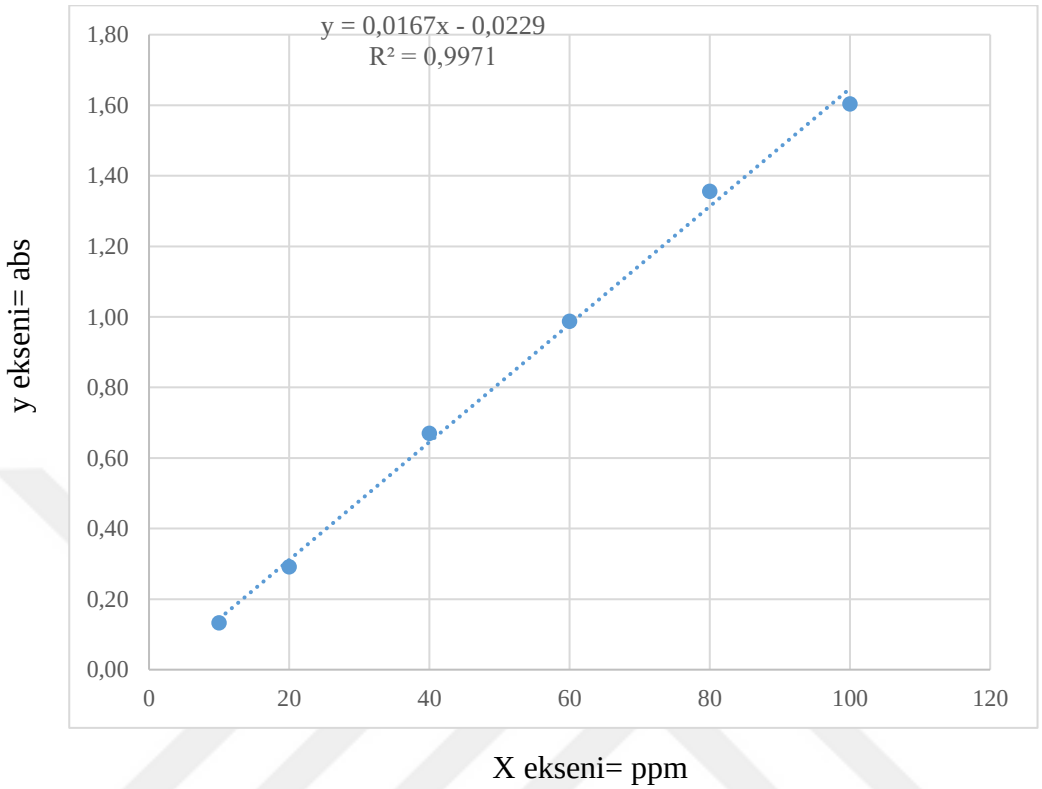
EK 3 CUPRAC Metodu İçin Kalibrasyon Eğrisi



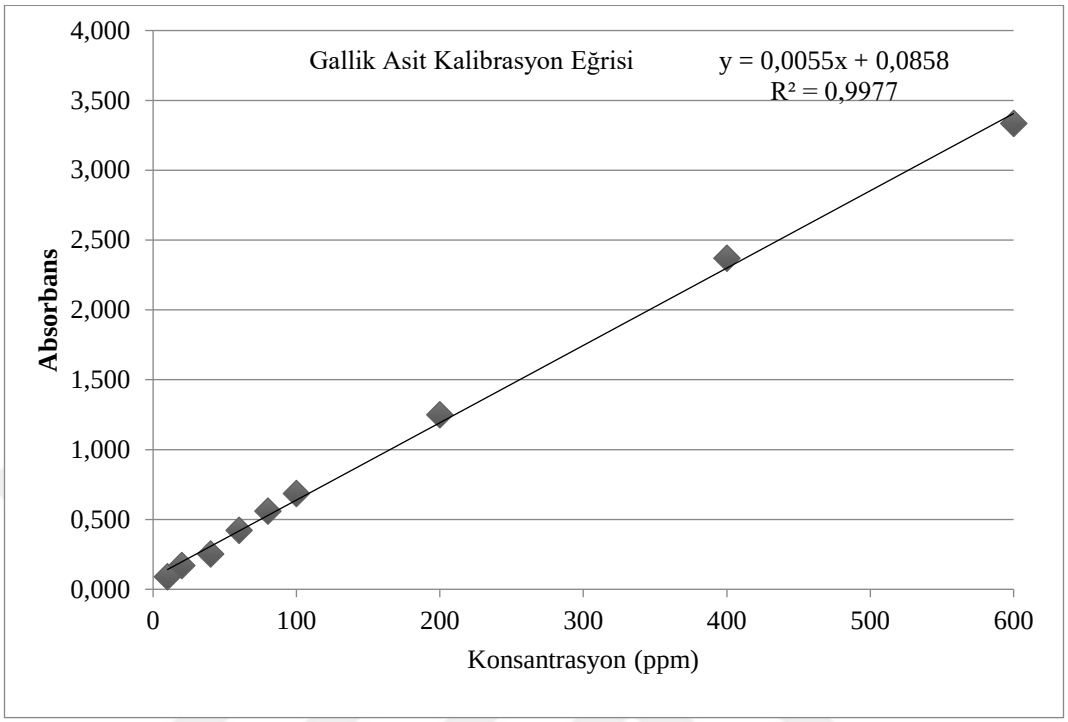
EK 4 DPPH Metodu İçin Kalibrasyon Eğrisi



EK 5 FRAP Metodu İçin Kalibrasyon Eğrisi



EK 6 Toplam Fenol İçeriği Analizi İçin Kalibrasyon Eğrisi



EK 7 Toplam Flavanoid İçeriği Analizi İçin Kalibrasyon Eğrisi

