

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI**

**CHIA (*Salvia hispanica*) TOHUMU KULLANILARAK
FONKSİYONEL GLUTENSİZ BİSKÜVİ ÜRETİMİ VE KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Hava TÜTER

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Nazlı SAVLAK**



MANİSA-2019

**HAVA
TÜTER**

**CHIA (*Salvia hispanica*) TOHUMU KULLANILARAK FONKSİYONEL GLUTENSİZ
BİSKÜVİ ÜRETİMİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

2019

Tez Sırtı Örneği

TEZ ONAYI

Hava TÜTER tarafından hazırlanan " **CHIA (*Salvia hispanica*) TOHUMU KULLANILARAK FONKSİYONEL GLUTENSİZ BİSKÜVİ ÜRETİMİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ** "adlı tez çalışması xx/xx/xxxx tarihinde aŗađıdaki jüri yeleri önünde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak başarı ile savunulmuŗtur.

Danıŗman

Dr. Öğr. Üyesi Nazlı SAVLAK
Celal Bayar Üniversitesi

Jüri yesi

Prof. Dr. Ergun KSE
Celal Bayar Üniversitesi

Jüri yesi

Prof. Dr. Sedef Nehir EL
Ege Üniversitesi

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Hava TÜTER



İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLO DİZİNİ.....	XIII
TEŞEKKÜR	XV
ÖZET	XVI
ABSTRACT	XVIII
1. GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1.Çölyak Hastalığı ve Diyet	2
2.2. Çölyak Belirtileri ve Görülme Sıklığı	5
2.3. Chia Tohumu (<i>Salvia hispanica</i>).....	6
2.4.Tezin Amacı	12
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Kimyasal Malzemeler.....	13
3.1.2. Alet ve Cihazlar	14
3.2. Yöntemler.....	14
3.2.1. Glutensiz Tatlı Bisküvi Formülasyonu ve Üretimi.....	14
3.2.2. Glutensiz Tuzlu Bisküvi Üretimi.....	17
3.3. Bisküvilerin Fiziksel Analizleri.....	18
3.3.1. Ağırlık.....	18
3.3.2. Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Yayılma Faktörü.....	18
3.3.3. Renk.....	19
3.3.4. Bisküvilerin Enstrümental Sertliği	19

3.4. Bisküvilerin Kimyasal Analizleri.....	21
3.4.1. Kimyasal Bileşim	21
3.4.1.1. Tuzlu Bisküviler için Nem Analizi.....	21
3.4.1.2. Tatlı Bisküviler için Nem Analizi	21
3.4.1.3. Kül Analizi	21
3.4.1.4. Yağ Analizi.....	22
3.4.1.5. Protein Analizi	22
3.4.1.6. Diyet Lif Tayini	23
3.4.1.7 Gluten Analizi.....	23
3.5. Bisküvilerin Fizikokimyasal Analizleri.....	24
3.5.1. Su Aktivitesi	24
3.5.2. pH Tayini	24
3.5.3. Peroksit Değeri Tayini.....	24
3.5.4. Serbest Yağ Asitliği Tayini	25
3.6. Bisküvilerin Fonksiyonel Analizleri	26
3.6.1. Toplam Fenolik Madde Tayini Ve Antioksidan Aktivite Tayini İçin Ekstrakt Hazırlama	26
3.6.2. Toplam Fenolik Madde Tayini	27
3.6.2.1. Toplam Fenolik Madde Tayini Kullanılan Kimyasal Çözeltiler	27
3.6.3. DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl) Serbest Radikali-Süpürme Aktivitesi	28
3.6.3.1. DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl) Serbest Radikali-Süpürme Aktivitesi Kullanılan Kimyasal Çözeltiler	29
3.6.3.2. Troloks Eşdeğeri Hesaplama	29
3.6.4. Demir İyonu-İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Tayini	30
3.6.4.1. Demir İyonu-İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Tayini Kullanılan Kimyasal Çözeltiler	30

3.7. Bisküvilerin <i>in vitro</i> Gastrointestinal Sindirimi, Sindirim Sonrası Antioksidan Aktivitesinin ve Fenolik Bileşiminin Belirlenmesi	31
3.7.1. Alfa-amilaz Enzimatik Aktivite Testi.....	32
3.7.2. Pepsin Enzimatik Aktivite Testi	32
3.7.3. Tripsin Enzimatik Aktivite Testi	33
3.7.4. <i>In vitro</i> Sindirim Uygulaması	34
3.8. Bisküvilerin Duyusal Değerlendirmesi	35
3.9. İstatistiksel Analiz	36
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	38
4.1. Glutensiz Bisküvi Üretimde Kullanılan Chia Tohumu ve İşlenmiş Kırmızı Pirinç Ununa Ait Analiz Sonuçları.....	38
4.1.1. Kimyasal Bileşim	38
4.1.2. Su aktivitesi ve pH.....	39
4.1.3. Serbest Yağ Asitliği ve Peroksit Değeri	39
4.2. Chia Tohumu İkameli Glutensiz Bisküvilere Ait Analiz Sonuçları.....	40
4.2.1. Kimyasal Bileşim	40
4.2.2. Fiziksel Özellikler.....	44
4.2.3. Renk.....	51
4.2.4 Toplam Fenolik Madde Analizi.....	54
4.2.5 DPPH	57
4.2.6 FRAP	60
4.3. Chia Tohumu İkameli Glutensiz Bisküvilerin Sindirim Uygulaması Sonrası Fonksiyonel Analiz Sonuçları	63
4.3.1 Toplam Fenolik Madde Analizi.....	64
4.3.2. DPPH	68
4.3.3. FRAP	72
4.4. Chia Tohumu İkameli Glutensiz Tatlı ve Tuzlu Bisküvilerin Depolama Boyunca Analiz Sonuçları.....	74

4.4.1. Nem Analizi.....	75
4.4.2. Enstrümental Sertlik	79
4.4.3. Serbest Yağ Asitliği Analizi	84
4.4.4. Peroksit Analizi	90
4.4.5. Su Aktivitesi Analizi	96
4.4.6. pH Analizi.....	100
4.4.7. Duyusal Değerlendirme	105
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	116
KAYNAKLAR.....	119
EKLER	125
EK A. Analiz sonuçlarına ait ANOVA tabloları.....	125
Tablo EK A.1 Tatlı bisküvi ağırlık analizine ait ANOVA tablosu	125
Tablo EK A.2 Tuzlu bisküvi ağırlık analizine ait ANOVA tablosu	125
Tablo EK A.3 Tatlı bisküvi çap analizine ait ANOVA tablosu	125
Tablo EK A.4 Tuzlu bisküvi çap analizine ait ANOVA tablosu	126
Tablo EK A.5 Tatlı bisküvi diyet lif analizine ait ANOVA tablosu	126
Tablo EK A.6 Tuzlu bisküvi diyet lif analizine ait ANOVA tablosu	126
Tablo EK A.7 Tatlı bisküvi DPPH analizine ait ANOVA tablosu	127
Tablo EK A.8 Tuzlu bisküvi DPPH analizine ait ANOVA tablosu.....	127
Tablo EK A.9 Tatlı bisküvi toplam fenolik analizine ait ANOVA tablosu	127
Tablo EK A.10 Tuzlu bisküvi toplam fenolik analizine ait ANOVA tablosu ..	128
Tablo EK A.11 Tatlı bisküvi FRAP analizine ait ANOVA tablosu.....	128
Tablo EK A.12 Tuzlu bisküvi FRAP analizine ait ANOVA tablosu.....	128
Tablo EK A.13 Tatlı bisküvi kalınlık analizine ait ANOVA tablosu	129
Tablo EK A.14 Tuzlu bisküvi kalınlık analizine ait ANOVA tablosu.....	129
Tablo EK A.15 Tatlı bisküvi karbonhidrat analizine ait ANOVA tablosu	129
Tablo EK A.16 Tuzlu bisküvi karbonhidrat analizine ait ANOVA tablosu	130

Tablo EK A.17 Tatlı bisküvi kül analizine ait ANOVA tablosu.....	130
Tablo EK A.18 Tuzlu bisküvi kül analizine ait ANOVA tablosu.....	130
Tablo EK A.19 Tatlı bisküvi 0. Ay nem analizine ait ANOVA tablosu.....	131
Tablo EK A.20 Tuzlu bisküvi 0. Ay nem analizine ait ANOVA tablosu	131
Tablo EK A.21 Tatlı bisküvi protein analizine ait ANOVA tablosu	131
Tablo EK A.22 Tuzlu bisküvi protein analizine ait ANOVA tablosu.....	132
Tablo EK A.23 Tatlı bisküvi renk analizi L değerine ait ANOVA tablosu	132
Tablo EK A.24 Tatlı bisküvi renk analizi a^* değerine ait ANOVA tablosu.....	132
Tablo EK A.25 Tatlı bisküvi renk analizi b^* değerine ait ANOVA tablosu.....	133
Tablo EK A.26 Tuzlu bisküvi renk analizi L değerine ait ANOVA tablosu.....	133
Tablo EK A.27 Tuzlu bisküvi renk analizi a^* değerine ait ANOVA tablosu...	133
Tablo EK A.28 Tuzlu bisküvi renk analizi b^* değerine ait ANOVA tablosu...	134
Tablo EK A.29 Tatlı bisküvi yağ analizine ait ANOVA tablosu.....	134
Tablo EK A.30 Tuzlu bisküvi yağ analizine ait ANOVA tablosu	134
Tablo EK A.31 Tatlı bisküvi yayılma faktörü analizine ait ANOVA tablosu ..	135
Tablo EK A.32.Tuzlu bisküvi yayılma faktörü analizine ait ANOVA tablosu	135
Tablo EK A.33 Tatlı bisküvi yayılma oranı analizine ait ANOVA tablosu.....	135
Tablo EK A.34 Tuzlu bisküvi yayılma oranı analizine ait ANOVA tablosu....	136
Tablo EK A.35 Tatlı bisküvi DPPH biyoerişilebilirliği analizine ait ANOVA tablosu	136
Tablo EK A.36 Tuzlu bisküvi DPPH biyoerişilebilirliği analizine ait ANOVA tablosu	136
Tablo EK A.37 Tatlı bisküvi toplam fenolik madde biyoerişilebilirliği analizine ait ANOVA tablosu	137
Tablo EK A.38 Tuzlu bisküvi toplam fenolik madde biyoerişilebilirliği analizine ait ANOVA tablosu	137
Tablo EK A.39 Tatlı bisküvi biyoerişilebilirlik FRAP analizine ait ANOVA tablosu	137

Tablo EK A.40 Tuzlu bisküvi biyoerişilebilirlik FRAP analizine ait ANOVA tablosu	138
Tablo EK A.41 Tatlı bisküvi gevreklik analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	138
Tablo EK A.42 Tuzlu bisküvi gevreklik analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	139
Tablo EK A.43 Tatlı bisküvi nem analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	139
Tablo EK A.44 Tuzlu bisküvi nem analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	140
Tablo EK A.45 Tatlı bisküvi peroksit analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	140
Tablo EK A.46 Tuzlu bisküvi peroksit analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	141
Tablo EK A.47 Tatlı bisküvi pH analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	141
Tablo EK A.48 Tuzlu bisküvi pH analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	142
Tablo EK A.49 Tatlı bisküvi su aktivitesi analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	142
Tablo EK A.50 Tuzlu bisküvi su aktivitesi analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	143
Tablo EK A.51 Tatlı bisküvi serbest yağ asitliği analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu.....	143
Tablo EK A.52 Tuzlu bisküvi serbest yağ asitliği analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	144
Tablo EK A.53 Tatlı bisküvi sertlik/tekstür analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	144
Tablo EK A.54 Tuzlu bisküvi sertlik/tekstür analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	145

Tablo EK A.55 Tatlı bisküvi duyuşal/rek analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	145
Tablo EK A.56 Tuzlu bisküvi duyuşal/rek analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	146
Tablo EK A.57 Tatlı bisküvi duyuşal/lezzet analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	146
Tablo EK A.58 Tuzlu bisküvi duyuşal/lezzet analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu.....	147
Tablo EK A.59 Tatlı bisküvi duyuşal/genel beğeni analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	147
Tablo EK A.60 Tuzlu bisküvi duyuşal/ genel beğeni analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu	148
EK B. Analiz sonuçlarına ait korelasyon tabloları	149
Tablo EK B.1 Tuzlu bisküvi kimyasal ve fonksiyonel analizler için korelasyon tablosu	149
Tablo EK B.2 Tatlı bisküvi kimyasal ve fonksiyonel analizler için korelasyon tablosu	150
Tablo EK B.3 Tatlı bisküvi fiziksel analizler için korelasyon tablosu.....	151
Tablo EK B.4 Tuzlu bisküvi fiziksel analizler için korelasyon tablosu.....	151
Tablo EK B.5 Tuzlu bisküvi sindirim sonrası fonksiyonel analizler korelasyon tablosu	152
Tablo EK B.6 Tatlı bisküvi sindirim sonrası fonksiyonel analizler korelasyon tablosu	152
Tablo EK B.7 Tatlı bisküvi renk analizi ve duyuşal verilerdeki renk değerleri arasındaki korelasyon.....	153
Tablo EK B.8 Tuzlu bisküvi renk analizi ve duyuşal verilerdeki renk değerleri arasındaki korelasyon.....	153
Tablo EK B.9 Tatlı bisküvi sertlik, gevreklik ve nem değerleri arasındaki korelasyon	154

Tablo EK B.10 Tuzlu bisküvi sertlik, gevreklik ve nem değerleri arasındaki korelasyon	154
ÖZGEÇMİŞ	155



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

aw	Su aktivitesi
ALA	Alfa Linolenik Asit
cm	Santimetre
ÇH	Çölyak hastalığı
dk	Dakika
DPPH	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
FRAP	Demir İndirgeyici antioksidan güç
g	Gram
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
IUPAC	İnternational Union of Pure and Applied Chemistry (Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği)
KM	Kuru Madde
KH	Karbonhidrat
LSD	En küçük önemli fark
mg	Miligram
mL	Mililitre
nm	Nanometre
TE	Troloks Eşdeğeri
Troloks	6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkromon-2-karboksilik asit
TPA	Doku profil analizi
µm	Mikrometre
µL	Mikrolitre
s	Saniye
%	Yüzde
°C	Celcius
>	Büyüktür
<	Küçüktür

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Sağlık Bilgi Sistemlerinden elde edilen verilere göre Türkiye’de Çölyak hastalığı tanısı alan hasta sayısı	6
Şekil 2. 2 Chia Tohumları.....	7
Şekil 3. 1 Üretim İşlem Basamakları.....	15
Şekil 3. 2 a)Kontrol tatlı bisküvi, b)%10 chia tohumu ikameli tatlı bisküvi, c)%15 chia tohumu ikameli tatlı bisküvi, d))%20 chia tohumu ikameli tatlı bisküvi.....	16
Şekil 3. 3 a)Kontrol tuzlu bisküvi, b)%10 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi, c)%15 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi, d))%20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi	18
Şekil 3. 4 Üç mesnetli kırma donanımı ile bisküvi sertliği analizi (yan görünüş)...	20
Şekil 3. 5 Üç mesnetli kırma donanımı ile bisküvi sertliği analizi (ön görünüş)	20
Şekil 3. 6 Soğuk Ekstraksiyon Yöntemi	25
Şekil 3. 7 Glutensiz Bisküvi Örneklerinden Fenolik ve Antioksidan Madde Ekstraksiyon Yöntemi	26
Şekil 3. 8 Gallik Asit Standardı Kalibrasyon Grafiği (5-200 ppm).....	28
Şekil 3. 9 Troloks Standardı Kalibrasyon Grafiği (0,005-0,1µmol).....	30
Şekil 3. 10 FeSO ₄ .7 H ₂ O Standardı Kalibrasyon Grafiği (0,1-1,2 mM)	31
Şekil 3. 11 Hedonik test duyuşal değerlendirme formu	36
Şekil 4. 1 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi ağırlıkları üzerine etkisi	45
Şekil 4. 2 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi çap üzerine etkisi...	46
Şekil 4. 3 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi kalınlıkları üzerine etkisi.....	46
Şekil 4. 4 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi ağırlık üzerine etkisi	48
Şekil 4. 5 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi çap üzerine etkisi .	49
Şekil 4. 6 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi kalınlık üzerine etkisi	49
Şekil 4. 7 Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin toplam fenolik madde değişimi.....	57

Şekil 4. 8 Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesindeki değişim.....	60
Şekil 4. 9 Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin demir iyonu indirgeyici antioksidan güçlerindeki (FRAP) değişim.....	63
Şekil 4. 10 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası toplam fenolik madde miktarı.....	65
Şekil 4. 11 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası toplam fenolik madde miktarı.....	67
Şekil 4. 12 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası	70
Şekil 4. 13 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi.....	71
Şekil 4. 14 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası demir iyonu indirgeyici antioksidan güçleri (FRAP).....	72
Şekil 4. 15 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası demir iyonu indirgeyici antioksidan güçleri (FRAP).....	73
Şekil 4. 16 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde nem değerlerinde meydana gelen değişim.....	76
Şekil 4. 17 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde nem değerlerinde meydana gelen değişim.....	78
Şekil 4. 18 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde sertlik değerlerinde meydana gelen değişim.....	81
Şekil 4. 19 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde sertlik değerlerinde meydana gelen değişim.....	83
Şekil 4. 20 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde serbest yağ asitliği değerlerinde meydana gelen değişim.....	85
Şekil 4. 21 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde serbest yağ asitliği	89
Şekil 4. 22 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde peroksit değerlerinde meydana gelen değişim.....	92
Şekil 4. 23 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde peroksit değerlerinde meydana gelen değişim.....	94
Şekil 4. 24 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişim.....	96

Şekil 4. 25	Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişim.....	99
Şekil 4. 26	Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde pH değerlerinde meydana gelen değişim.....	100
Şekil 4. 27	Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde pH değerlerinde meydana gelen değişim.....	102
Şekil 4. 28	Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde gevreklik değerlerinde meydana gelen değişim.....	107
Şekil 4. 29	Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde görünüş/reng değerlerinde meydana gelen değişim.....	107
Şekil 4. 30	Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde lezzet değerlerinde meydana gelen değişim.....	107
Şekil 4. 31	Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde genel beğeni değerlerinde meydana gelen değişim.....	108
Şekil 4. 32	Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde gevreklik değerlerinde meydana gelen değişim.....	112
Şekil 4. 33	Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde görünüş/reng değerlerinde meydana gelen değişim.....	112
Şekil 4. 34	Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde lezzet değerlerinde meydana gelen değişim.....	112
Şekil 4. 35	Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde genel beğeni değerlerinde meydana gelen değişim.....	113

TABLO DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Chia tohumu aminoasit bileşimi	8
Tablo 2.2. Chia tohumu vitamin içeriği (100 g için).....	8
Tablo 2.3. Chia tohumu mineral içeriği (100 g için).....	9
Tablo 3.1. Tatlı bisküvi formülasyonları	15
Tablo 3.2. Tuzlu bisküvi formülasyonları.....	17
Tablo 4. 1 Chia tohumu ve işlenmiş kırmızı pirinç ununun kimyasal bileşimi	38
Tablo 4. 2 Chia tohumu pH ve su aktivitesi değerleri	39
Tablo 4. 3 Glutensiz tatlı bisküvi kimyasal analiz sonuçları	40
Tablo 4. 4 Glutensiz tuzlu bisküvi kimyasal analiz sonuçları	42
Tablo 4. 5 Glutensiz tatlı bisküvi fiziksel analiz sonuçları.....	45
Tablo 4. 6 Glutensiz tuzlu bisküvi fiziksel analiz sonuçları	48
Tablo 4. 7 Glutensiz tatlı bisküvi renk analiz sonuçları	52
Tablo 4. 8 Glutensiz tuzlu bisküvi renk analiz sonuçları.....	53
Tablo 4. 9 Glutensiz tatlı bisküvilerin toplam fenolik madde analiz sonuçları	55
Tablo 4. 10 Glutensiz tuzlu bisküvilerin toplam fenolik madde analiz sonuçları ...	56
Tablo 4. 11 Glutensiz tatlı bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçları	58
Tablo 4. 12 Glutensiz tuzlu bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçları	59
Tablo 4. 13 Glutensiz tatlı bisküvilerin FRAP analiz sonuçları	61
Tablo 4. 14 Glutensiz tuzlu bisküvilerin FRAP sonuçları.....	61
Tablo 4. 15 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası toplam fenolik madde analiz sonuçları	65
Tablo 4. 16 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası toplam fenolik madde analiz sonuçları	66
Tablo 4. 17 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçları	69
Tablo 4. 18 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçları	70
Tablo 4. 19 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası FRAP sonuçları.....	72

Tablo 4. 20 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası FRAP sonuçları	73
Tablo 4. 21 Glutensiz tatlı bisküvilerin depolama boyunca nem değerleri	75
Tablo 4. 22 Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama boyunca nem değerleri	77
Tablo 4. 23 Glutensiz tatlı bisküvilerin sertlik analiz sonuçları	80
Tablo 4. 24 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sertlik analiz sonuçları	82
Tablo 4. 25 Glutensiz tatlı bisküvilerin serbest yağ asitliği analiz sonuçları	86
Tablo 4. 26 Glutensiz tuzlu bisküvilerin serbest yağ asitliği analiz sonuçları.....	88
Tablo 4. 27 Glutensiz tatlı bisküvilerin peroksit değeri analiz sonuçları	91
Tablo 4. 28 Glutensiz tuzlu bisküvilerin peroksit değeri analiz sonuçları	93
Tablo 4. 29 Glutensiz tatlı bisküvilerin su aktivitesi analiz sonuçları.....	97
Tablo 4. 30 Glutensiz tuzlu bisküvilerin su aktivitesi analiz sonuçları	98
Tablo 4. 31 Glutensiz tatlı bisküvilerin pH analiz sonuçları	101
Tablo 4. 32 Glutensiz tuzlu bisküvilerin pH analiz sonuçları	103
Tablo 4. 33 Glutensiz tatlı bisküvilerin duyusal analiz sonuçları.....	106
Tablo 4. 34 Glutensiz tuzlu bisküvilerin duyusal analiz sonuçları.....	111

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren sevgili danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nazlı SAVLAK'a, bilgi ve tecrübesi ile öğrenim hayatımın tüm zorlu aşamalarında maddi manevi her yönden yardımcı olan ve desteğini hiç eksik etmeyen sevgili hocam Dr. Ar. Gör. Zeynep AKSOYLU ÖZBEK'e, çalışmama sağladığı mali destek için MCBÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (MCBÜ BAP 2017-067), çalışmalarım sırasında manevi desteğini her zaman hissettiğim değerli arkadaşım Yüksek Gıda Mühendisi Bilge TAŐKIN'a, öğrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan canım aileme ve beni her zaman yüreklendiren, desteğini her zaman hissettiren, her anımda yanımda olan hayat arkadaşım ve meslektaşım Burak TÜTER'e yürekten teşekkür ederim.

Hava TÜTER
Manisa, 2019



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Chia (*Salvia Hispanica*) Tohumu Kullanılarak Fonksiyonel Glutensiz Bisküvi Üretimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Hava TÜTER

**Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nazlı SAVLAK

Bu çalışmada, işlenmiş kırmızı pirinç unu ve tapyoka mısır nişastası karışımının ikamesi olarak farklı oranlarda chia tohumu kullanılarak tatlı ve tuzlu glutensiz bisküvi üretimi amaçlanmıştır. Chia tohumları, dört farklı oranda (% 0, 10, 15 ve 20) işlenmiş kırmızı pirinç unu ve tapyoka nişastası yerine ikame edilerek, bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Üretilen bisküvilerde renk (L^* , a^* ve b^*), tekstür (sertlik), fiziksel analizler (çap, ağırlık, kalınlık, yayılma faktörü ve yayılma oranı), kimyasal analizler (nem, kül, toplam diyet lif, yağ, protein ve karbonhidrat), duyu analizler (görünüş, tat, lezzet, koku, doku, genel beğeni ve satın alım), fonksiyonel analizler (antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik madde miktarları) ve sindirim sonrası fonksiyonel analizler araştırılmıştır. Üretilen bu glutensiz bisküviler %100 işlenmiş kırmızı pirinç unu içeren kontrol bisküvileri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin nem, sertlik, duyu özellikleri ile bazı özelliklerindeki (ph, su aktivitesi, asitlik, serbest yağ asitliği, peroksit değeri) değişim üretimden itibaren ikişer aylık periyotlar halinde 6 aylık depolama süresince belirlenmiştir.

Chia tohumu ikamesi ile tatlı ve tuzlu glutensiz bisküviler chia tohumu oranı arttıkça ağırlık, çap ve kalınlık oranlarının da arttığı tespit edilmiştir. Tatlı bisküvilerde L^* değerleri chia tohumu oranı artışına bağlı olarak 58.16'dan 46.72'ye ve b^* değerleri 27.20'den 22.55'e azaldığı görülmekte olup, a^* değerlerinde ise anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir. Kimyasal özelliklere bakıldığında ise chia tohumu oranı arttıkça tatlı ve tuzlu bisküvilerin nem, kül, protein, yağ ve toplam diyet lif içeriklerinde artış, karbonhidrat içeriğinde ise azalış meydana gelmiştir.

Üretilen bisküvilerin fonksiyonel özellikleri incelendiğinde, chia tohumu ikame oranı toplam fenolik madde (tatlı bisküviler için 0.71-1.24 mg GAE/100g, tuzlu bisküviler için 0.61-0.83 mg GAE/100g), FRAP (tatlı bisküviler için 10.22-17.74 µmol Fe(II)/g KM, tuzlu bisküviler için 9.23-13.60 µmol Fe(II)/g KM) ve DPPH radikali süpürme aktivitesi (tatlı bisküviler için 2.58-3.74 µmol Troloks/g KM, tuzlu bisküviler için 2.22-3.68 µmol Troloks/g KM) sonuçlarında da artış sağlamıştır. Ayrıca *in vitro* sindirim işlemi uygulanan chia tohumu ikameli glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerde sindirim sonrası sonuçlarına göre, chia tohumu ikame oranı arttıkça ürünlerdeki toplam fenolik ve antioksidan madde aktivite değerlerinde artış görülmektedir. Sonuç olarak zengin bir besin ögesi içeriğine sahip olan chia tohumunun bisküvi örneklerine ilavesiyle bisküvinin besleyici ve fonksiyonel özelliklerinde zenginleşme saptanmıştır.

Depolama süresi boyunca, bisküvi örneklerinde serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri 4.aya kadar artmış ve 6. ayda azalmıştır. Buna bağlı olarak bisküvi örnekleri pH değerlerinde 4. aya kadar artış 6. ayda ise azalış meydana gelmektedir. Tatlı bisküvi peroksit değerleri 5.75-14.61 meq O₂/kg arasında, tuzlu bisküvi örneklerinin peroksit değerleri ise 3.05-16.38 meq O₂/kg arasında değişmektedir. Serbest yağ asitliği değerleri ise tatlı bisküvilerde %0.91-2.74 oleik asit, tuzlu bisküvilerde %0.96-1.98 oleik asit aralığında tespit edilmiştir. Sonuç olarak, üretilen chia tohumu ikameli tatlı ve tuzlu bisküvilerde chia tohumu ikame oranının artması yapılan analizlerde anlamlı farklar ortaya koymuştur (p<0.05). Duyusal analiz sonuçlarına göre chia tohumunun %10 oranında pirinç unu ve tapyoka nişastasını ikame ettiği glutensiz tatlı bisküvi kontrol bisküvi kadar beğeni toplamıştır. Tuzlu bisküvi örneklerinde ise chia tohumu ikame oranının artması gevrekliği artırmıştır. Chia tohumunun %10 oranında pirinç unu ve tapyoka nişastasını ikame ettiği glutensiz tuzlu bisküvi ise en yüksek genel beğeni puanı ile kontrolden daha fazla beğenilmiştir. Chia tohumu ikame oranının %15 ve %20 olduğu tuzlu bisküviler ise en az kontrol bisküvi kadar kabul görmüştür. Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerde zamana paralel olarak genel beğeni puanında azalma meydana gelmiştir. Tüm sonuçlar dikkate alındığında chia tohumu ikameli glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin raf ömrünün 4 aydan daha kısa olması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: chia tohumu, glutensiz bisküvi, fonksiyonel bisküvi, çölyak hastalığı

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

PRODUCTION OF FUNCTIONAL GLUTEN FREE BISCUITS BY USING CHIA (SALVIA HISPANICA) SEEDS AND DETERMINATION OF QUALITY CHARACTERISTICS

Hava TÜTER

**Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Nazlı SAVLAK

In this study, it was aimed to produce sweet and salted gluten-free biscuits by using chia seeds in different proportions as a substitute of processed red rice flour and tapioca corn starch mixture. Chia seeds were used in biscuit production by replacing processed red rice flour and tapioca starch at four different ratios (0, 10, 15 and 20%). Physical properties (diameter, weight, thickness, spread factor and spread ratio), chemical properties (moisture, ash, total dietary fiber, crude fat, crude protein and carbohydrate), functional analysis (antioxidant activities, total phenolic content) before and after *in vitro* digestion, color (L^* , a^* ve b^*), texture (hardness), sensorial properties (appearance, flavour, taste, odour, texture, overall acceptability) of gluten free biscuits were investigated. These gluten-free biscuits were compared with the control biscuits which were produced with 100% processed red rice flour. In addition some physical and chemical analyses were performed at the end of the storage periods of 2, 4 and 6 months and the effect of storage on these properties were investigated.

As amount of chia seeds increased, the weight, diameter and thickness ratios increased in sweet and salted gluten-free biscuits. Besides, in sweet biscuits an increase in L^* values from 58.16 to 46.72 and in b^* values from 27.20 to 22.55 was observed due to concentration increase, whereas there was no significant difference in a^* values. When the chemical properties were examined; as the chia seed ratio increased; moisture, ash, protein, fat and total dietary fiber contents of sweet and salted biscuits also increased but carbohydrate content decreased.

When the functional properties of the biscuits were examined, as amount the chia seeds increase, resulted in an increase in total phenolic content (0.71-1.24 mg GAE/100g for sweet biscuits; 0.61-0.83 mg GAE/100g for salted biscuits), FRAP (10.22-17.74 $\mu\text{mol Fe(II)/g KM}$ for sweet biscuits; 9.23-13.60 $\mu\text{mol Fe(II)/g KM}$ for salted biscuits) and DPPH radical scavenging activity (2.58-3.74 $\mu\text{mol trolox/g KM}$ for sweet biscuits; 2.22-3.68 $\mu\text{mol trolox/g KM}$ for salted biscuits) results. Additionally, according to the *in vitro* digestion results of gluten-free sweet and salted chia-substituted biscuits, the total phenolic and antioxidant activity values of the products increased as the chia ratio increased. As a result, substitution of chia seed with red rice flour resulted in sensorially acceptable and functional gluten free biscuits with high nutritional quality.

Free fatty acid and peroxide values of biscuits increased till 4th month and decreased at the 6th month of storage. Accordingly, a decrease in pH values of biscuits till 4th month and an increase at the 6th month was observed. Peroxide values of sweet biscuits ranged between 5.75-14.61 meq O₂/kg where peroxide values of salted biscuits ranged between 3.05-16.38 meq O₂/kg. Free fatty acid ratios were detected between 0.91-2.74% oleic acid in sweet biscuits and between 0.96-1.98% oleic acid in salted biscuits. According to sensorial analysis results; the overall acceptability decreased as a result of increasing chia ratio and storage period. 10% chia substituted salted biscuits had the highest (6.12 point) overall acceptability score and was not different from control biscuit statistically.

Key Words: Chia seed, gluten-free biscuit, functional biscuit, celiac disease

2019, 179 page

1. GİRİŞ

Çölyak hastalığı (gluten enteropatisi), bağırsaklardaki sindirimi sağlayan villus (tüysü oluşumlar) denilen yapıların bozulmasına sebep olan ve dolayısıyla da gıdalardaki besin öğelerinin emilmesini engelleyen ve ince bağırsakta hasarlar oluşturan bir alerjik sindirim sistemi hastalığıdır. Bu hastalık genetik bir hastalık olmakla birlikte, buğday, çavdar, arpa, yulaf gibi tahıllardaki gluten benzeri diğer tahıl proteinlerine karşı kalıcı olarak gelişir. Çocukluk çağında yaygın olarak sindirim ve emilimin yetersiz derecede gerçekleşmesi nedeni ile olan bu hastalık, erişkinleri ve çocukları yaşam boyu etkilemekte ve her yaşta ortaya çıkabilmektedir.

Çölyak hastalığı yaşam boyu süren bir gıda alerjisidir. Bu hastalıkta tanı sonrası sıkı glutensiz diyet uygulanması gerekmektedir. Bu diyet alışlagelmiş damak tadının dışında olduğu için güçlü bir alışma dönemi gerektirmektedir. Bu nedenle, buğday esaslı formülasyonlarda bulunan benzer özellikleri destekleyen besleyici değeri yüksek alternatiflerin araştırılması, hastaların yaşam kalitesini ve besin elementleri alımını desteklemek, glutensiz diyete adaptasyon sürecini kolaylaştırmak bakımından önem teşkil etmektedir.

Türk halkının damak tadına uygun ürünler üretmek ve besin öğeleri bakımından fakir olan glutensiz ürünlere fonksiyonel özellik kazandırmak bu diyeti uygulayan bireyler için kolaylık sağlayacaktır. Son zamanlarda farkındalığın artmasıyla birlikte glutensiz ürünler üzerine yapılan çalışmalar da artış göstermektedir. Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvi üretimi yapılacak bu projede fonksiyonel özelliğe sahip olan chia tohumu kullanılmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Çölyak Hastalığı ve Diyet

Diyetin sağlıklı beslenmede en önemli görevi, bireyin günlük gereksinimlerini karşılaması için gerekli olan besin ve enerji öğelerini yeterli miktarda sağlamaktır. Ayrıca beslenme alanındaki gelişmeler incelendiğinde diyetin, insan sağlığını korumada ve bağışıklık sisteminin kuvvetlenmesinde önemli rol aldığı görülmektedir. Buna ek olarak bazı hastalıkların riskini azaltmaktadır. Son zamanlarda tüketici bilinci artmakta ve insan sağlığı üzerine gıda maddelerinin etkileri daha sık gündeme gelmektedir. Tüketicilerin bilinçlenmesiyle birlikte, tercihleri değişmektedir. Bazı hastalıklara yakalanma riskini azaltabileceğini ve vücudun temel besin ögesi gereksinimlerini karşılayabileceğini düşündükleri gıdalara yönelmektedirler. Bunun yanı sıra mecburi diyeti beraberinde getiren hastalıklar da bulunmaktadır. Örneğin, çölyak hastaları ömür boyu glutensiz diyet uygulamaktadır. Bu tür sağlık problemlerinde beslenmenin öneminin artması ile fonksiyonel gıdalar üzerine yapılan çalışmalar artmaktadır. Fonksiyonel gıda; beslenme bakımından yeterli olan, vücudun bir veya daha fazla fonksiyonu üzerine olumlu etki sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada, iyileşmede ve daha sağlıklı bir yaşam sürmede etkinlik gösteren gıdalar veya gıda bileşenleridir. Zenginleştirilmiş gıdalar ise gıdada bulunan besin öğeleri miktarının artırılması veya bulunmayan besin öğelerinin ilave edilmesi ile elde edilen gıdalardır [1] .

Glutene duyarlı bağırsak hastalığı olarak da bilinen çölyak hastalığı en yaygın gıda intoleranslarından biridir. Çölyak hastalığı genetik yatkınlığı olan bireylerde, genellikle prolamin grubu tahıl proteinlerinin tüketimiyle bağışıklık sisteminde bozukluğa neden olan bir enteropatidir. Hastalığı oluşturan asıl etken buğdayda bulunan gluten proteininin alt fraksiyonu olan gliadindir [2]. Bu hastalar sadece buğday değil, gliadin homoloğu bulunan çavdar (sekalin), arpa (hordein), yulaf (avenin) ürünlerini de tüketmemelidir [3]. Çölyak hastaları buğday, çavdar, arpa ve yulaf gibi tahıllara karşı duyarlılık göstermektedir [4].

Çölyak hastalığı olan kişiler, glutenli yiyecekler tükettiğinde ince bağırsağa zarar verirler. Besinler emilemediği için emilim bozukluğu hastalığı olarak da adlandırılır. Çölyak hastalığı genetik bir hastalıktır. Teşhisi koyulan hastaları ise zorlu

bir adaptasyon dönemi beklemektedir. Çünkü alışlagelmiş tatların dışında bir beslenme programı uygulamaları gerekmektedir. Glutensiz diyet sıklıkla bir şekilde uyulması hastalığın seyri hakkında gözlem yapmak açısından önemlidir [5]. Ayrıca tedavisi olmayan çölyak hastalığının ciddi ve uzun vadeli komplikasyonlarının meydana gelme olasılığını da azaltmaktadır. Bununla birlikte, glutensiz diyet basit gibi görünse de gluten içeren tüm tahılların ve bunlarla üretilen tüm ürünlerin hayattan çıkarılması gerekmektedir. Aynı zamanda sosyal izolasyon ve baskı hissi yarattığı için zorlu bir süreçtir. Bu sebeple çölyaklı bireylerin hastalığı ile ilgili eğitim almaları, diyet programının uzman kişiler tarafından hazırlanması, diyetin bozulmasının hastada ne gibi sağlık problemleri oluşturacağı konusunda bilgilendirilmeleri gerekmektedir. En önemlisi ise aile ve sosyal çevresinin kişiye destek vermesidir. Bu durum kişinin bu zorlu sürece alışmasında önem arz etmektedir [6].

Çölyak hastalarının beslenmesinde üreticilere de büyük görev düşmektedir. Ürünlerin glutensiz olduğu etiketlerde mutlaka belirtilmelidir. ‘Glutensiz ürün’ ibaresi ülkeler arası farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, Kanada ve Amerika Birleşik Devletlerinde hiç gluten içermeyen ürünlere glutensiz denilmektedir. Ülkemizde ise Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği (2012)’de ‘çok düşük glutenli’ ve ‘glutensiz’ olarak iki farklı tanım yer almaktadır. Gıdanın gluten miktarı 100 mg/kg kuru maddeden daha az ise ‘çok düşük glutenli’, 20 mg/kg kuru maddeden daha az ise ‘glutensiz’ dir [7]. Glutensiz ürünler düşük vitamin ve mineral içeriğine sahip oldukları için fonksiyonel ürünler ile zenginleştirilmeli ve besleyici değerleri artırılmalıdır.

Alternatif tatların oluşturulması; hastaların yaşam kalitesini arttırmak, besin elementleri alımını desteklemek, glutensiz diyet adaptasyon sürecini kolaylaştırmak bakımından önem teşkil etmektedir. Çölyak hastalığı nedeniyle ömür boyu glutensiz diyet uygulanması zorunluluğu, bu alanda hem yeni ürün formülasyonlarının hem de yeni üretim teknolojilerinin gelişmesine vesile olmuştur. Ekmeklerin, makarnaların, bisküvilerin, keklerin, simitlerin, kurabiyelerin, çorbaların vb. çoğunun buğdaydan yapılmış olması nedeniyle, çölyaklı bireylerin yaşam tarzının tamamen değişmesi gerekmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı glutensiz ürünlerin geliştirilmesi her geçen gün çölyak hastalarının artmasıyla birlikte önem kazanmaktadır [8].

Glutensiz diyetdeki ana grubu gluten içermeyen mısır ve pirinç oluşturmaktadır. Birçok glutensiz ürün grubu içerisinde pirinç unu veya mısır unu yer almaktadır.

Pirinç dünyada en çok tarımı yapılan tarım ürünlerinden biridir. Dünya nüfusunun yaklaşık %50'si için önemli bir besin kaynağıdır. Özellikle Asya'da yaşayan insanlar tarafından bolca tüketilmektedir. Buğday unu ile yapılan kek, ekmek ve makarna gibi ürünler yıllar geçtikçe pirinç unu ile de yapılarak yeme alışkanlıklarında değişiklikler yapılmıştır [9]. Pirinç unu renksiz olması, kolay sindirilebilen karbonhidratlar içermesi ve lezzeti nedeniyle glutensiz ürünlerin hazırlanmasında tercih edilen bir üründür. Herhangi bir kimyasal madde olmadan pirinç ununun fonksiyonel özellikleri kullanılarak formülasyonlarda modifikasyonlar yapılabilmektedir. Kırmızı pirinç ise endojen bir pirinç çeşididir. Kuzeydoğu Hindistan'da yetişir ve yüksek miktarda biyoaktif içerir. Dış tabakasında ise antosiyanin ve antosiyanidin içermektedir [10].

Gluten içermeyen ürünlerde gluten eksikliğinden dolayı bazı kalite bozuklukları meydana gelmektedir. Bu durumun giderilmesi amacıyla ürün formülasyonlarına nişasta, gam ve hidrokolloidler gibi bazı bileşenler eklenmektedir. Ayrıca ürünlere fonksiyonel özellik kazandırmak ve besleyiciliğini artırmak için süt proteinleri gibi alternatif kaynaklar kullanılmaktadır. Mısır, pirinç, soya, patates ve bezelye unlarının veya nişastalarının kombinasyonlarıyla üretilen glutensiz ürünler çölyak hastaları için alternatif olmaktadır. Son yıllarda glutensiz gıdaların lezzeti, yapısı, kabul edilebilirliği ve raf ömrünün geliştirilmesi amacıyla gamlar, nişasta, süt ürünleri, hidrokolloidler, prebiyotikler ve bunların kombinasyonları kullanılarak farklı ürün geliştirme çalışmaları yapılmaktadır [11].

Nişasta, tahıl esaslı gıdaların görünüşünü ve yapısını geliştirmede sıklıkla kullanılmaktadır. Glutensiz ürünlerde en yaygın kullanılan nişasta çeşitleri mısır, pirinç ve patatestir. Gluten yokluğunda nişasta doku ve yapıyı güçlendiren bileşen haline gelmektedir. Pirinç unu, kırmızı pirinç unu, mısır unu, kinoa unu gibi farklı yapıdaki unlar nişasta ile birlikte kullanılarak glutensiz ürünlerde sıklıkla rastlanan çabuk ufalanma, pişme sırasında yaşanan sorunlar, lezzet eksikliği gibi olumsuz yönleri ortadan kaldırmaya yardımcı olmaktadır [12].

Soya proteini ve pirinç unu kullanılarak geliştirilen nişastalı formülasyonlarla da çalışmalar yapılmıştır. Gallagher ve ark. [13], %20, 30 ve 40 oranlarında soya proteini kullanarak glutensiz ekmek formülasyonları geliştirmişlerdir. Bu ekmekler buğday ekmeğinden daha fazla protein, yağ içermektedir. Aynı zamanda tatmin edici pişme karakteristikleri göstermişlerdir. Gan ve ark. [14] %30 oranında esmer pirinç unu ile yer değiştiren buğday ununun, ekmekte maksimum kalite özelliklerini vermediği sonucuna varmışlardır. Genel olarak glutensiz ürünlere fonksiyonel özellikler kazandırarak besinsel içeriğini geliştirmek hedefler arasında yer almaktadır [11].

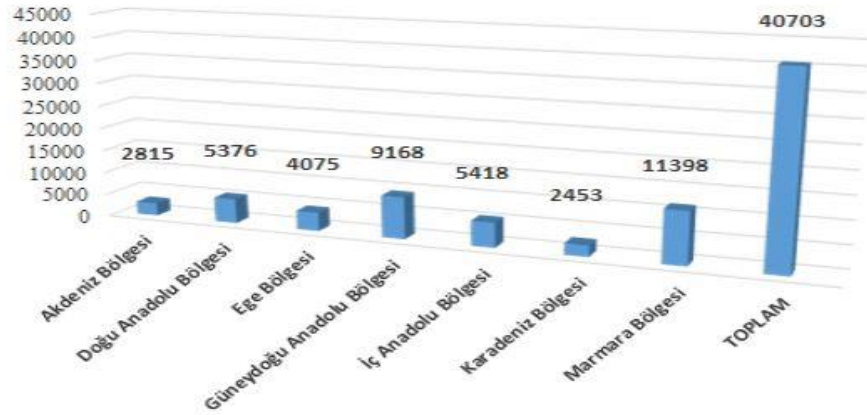
2.2. Çölyak Belirtileri ve Görülme Sıklığı

Hastalığın görülme sıklığı coğrafi bölgelere göre farklılıklar göstermektedir. Son 20 yılda çölyak hastalığı büyük artış göstermiştir. Bunun nedenlerinden bazıları; beslenme alışkanlıklarında değişiklikler, hastalık ile ilgili farkındalığın artması, antikor tarama testlerinin kolayca uygulanabilir olmasıdır. Görülme sıklığının yüksek olduğu bölgeler Batı Avrupa ve Avrupalıların göç ettikleri Kuzey Amerika, Avustralya'dır.

Çölyak hastaları gluten içeren gıdalar tükettiğinde sindirim bozukluğundan kaynaklanan tipik belirtiler sergilerler. Değişkenlik göstermekle birlikte kabızlık veya ishal, kilo kaybı veya kilo alma ve çoğu zaman yorgunluk ve zayıflık öne çıkan belirtiler arasındadır. Bu belirtiler bağışıklık sisteminin gluteni yabancı bir antijen olarak algılamasının sonucu verdiği bir tepkidir. Küçük çocuklarda kusma, ishal, karın şişliği, iştahsızlık, kilo alamama ve boy uzamasında yavaşlama gibi tipik belirtiler ile ortaya çıkan hastalık, ileri yaşlarda kansızlık, kemik zayıflaması ve nedeni bilinmeyen karaciğer hastalıkları gibi çok değişik belirtilerle kendini göstermektedir. Çölyak hastalığında yaşam boyu glutensiz diyet temel tedavi yöntemidir [15].

Ülkemizde çölyak hastalığı görülme oranı yüzde 1 ile binde 3 arasında değişmektedir. Fakat sadece %10'una tanı konulduğu varsayılmaktadır ve bu durum Türkiye'de 25 bin ile 75 bin arasında çölyak hastası olduğunu göstermektedir. Asıl verilerin bu değerlerin çok üzerinde olduğu bilinmektedir. Toplumda tanı konmamış hastaların sayısı oldukça fazladır. Fakat farkındalığın artmasıyla yapılan test sayıları artmakta ve bu durum hasta olan insanların sayısını da arttırmaktadır. Bakanlığımızın

Sağlık Bilgi Sistemlerinden elde edilen verilere göre Türkiye'de tanı konan çölyak hastası sayısının bölgelere göre dağılımı 2017 yılı için aşağıda verilmektedir [16].



Şekil 2. 1 Sağlık Bilgi Sistemlerinden elde edilen verilere göre Türkiye’de Çölyak hastalığı tanısı alan hasta sayısı

2.3. Chia Tohumu (*Salvia hispanica*)

Chia (*Salvia hispanica*), Lamiaceae familyasına ait otsu bir bitkidir. Chia tohumu kompozisyonu ise yetiştirilme ve coğrafi konuma göre farklılık göstermektedir. Bugün, chia tohumu çoğunlukla Meksika, Bolivya, Arjantin ve Ekvator'da yetişmektedir. Chia tohumu mısır, fasulye ve amarant ile birlikte Amerikan medeniyetlerinin en önemli mahsullerinden ve temel yiyeceklerinden biridir. Kurak bölgelerde yetişebilmesinden dolayı tarla tarımı endüstrisi için alternatif bir mahsul olarak önerilmektedir. Yüksek besin değerine sahip olan chia tohumu diyetle de önemli bir yere sahiptir. Unlu mamuller ve birçok farklı ürün gruplarında chia tohumu kullanımına ilişkin çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır [17]. Chia tohumu (*Salvia hispanica*) glutensiz olması ve içerdiği yüksek antioksidan, fenolik maddeler ve diyet lif ile çölyak hastalarının diyetlerinde önemli bir bileşen potansiyelindedir.



Şekil 2. 2 Chia Tohumları

Chia tohumu; %15 - %25 protein, %30 - %33 yağ, %26 - %41 karbonhidratlar, %18 - %30 diyet lifi, %4 - %5 kül içerir. Aynı zamanda yüksek miktarda antioksidan içeriğine sahiptir [18].

Chia tohumu, normal hücrel fonksiyonların bakımı için vazgeçilmez ve ayrıca anti-enflamatuar ve kardiyο-koruyucu aktivitelere sahip olan, özellikle linoleik asit (ω -6) ve α -linolenik asit (ω -3) gibi yüksek düzeyde esansiyel yağ asitlerine sahiptir. Chia tohumu aynı zamanda doğal antioksidanlar olarak işlev gören ve anti-enflamatuar, antitrombotik ve anti-tümör özelliklerine sahip önemli bir fenolik bileşik kaynağıdır. Kaempferol, kafeik asit, klorojenik asit, kersetin ve mirisetin, chia tohumunda bulunan ana fenolik bileşiklerdir ve tohumun antioksidan aktivitesinden sorumludur [19]. Chia tohumu kafeik asit, klorojenik asit, miksetin ve kersetin gibi önemli konsantrasyonlarda birincil ve sinerjik doğal antioksidanlar içerir [20,21]. Ayrıca chia tohumu mükemmel bir mineral ve B vitamini kaynağıdır. Magnezyum, demir, çinko ve bakır bulundurmanın yanı sıra 100 g sütten 4 kat daha fazla potasyum içermektedir [22]. Chia tohumunun aminoasit bileşimi Tablo 2.1’de, vitamin içeriği Tablo 2.2’de ve mineral içeriği Tablo 2.3’de verilmiştir [23].

Tablo 2. 1 Chia tohumu aminoasit bileşimi

Aminoasit	Miktar (g/100 g tohum)
Aspartik asit	1.689
Treonin*	0.709
Serin	1.049
Glutamik asit	3.500
Glisin	0.943
Alanin	1.044
Valin*	0.950
Sistein	0.407
Metiyonin*	0.588
İzolösin*	0.801
Lösin*	1.371
Triptofan*	0.436
Tirozin	0.563
Fenilalanin*	1.016
Lizin*	0.970
Histidin*	0.531
Arginin	2.143
Prolin	0.776

* Esansiyel aminoasit

Tablo 2. 2 Chia tohumu vitamin içeriği (100 g için)

Vitaminler	Miktar
C vitamini (Toplam askorbik asit, mg)	1.60
Tiamin (mg)	0.62
Riboflavin (mg)	0.17
Niasin (mg)	8.38
Folat (µg)	49.00
A vitamini (IU)	54.00
E vitamini (mg)	0.50

*IU: Uluslararası birim

Tablo 2. 3 Chia tohumu mineral içeriği (100 g için)

Besin	Miktar (mg)
Makroelementler	
Kalsiyum	631
Potasyum	407
Magnezyum	335
Fosfor	860
Mikroelementler	
Selenyum	55.2
Bakır	0.924
Demir	7.72
Manganez	2.723
Sodyum	16
Çinko	4.58

Bu özellikleri ile diğer tahıl ürünlerine göre daha zengin oluşu ve son yıllarda chia tohumu içeren ticari ürünlerin sayısında artış olması da bu projede chia tohumunun fonksiyonel ürün olarak seçiminde etkili olmuştur [24].

Chia tohumunun diğer bir özelliği ise trigliserid seviyesini düşürmesidir. Yapısında bulunan β -sitosterol olarak fitosteroller ile plazma kolesterol seviyelerini kontrol etme kabiliyetine sahiptir. Son zamanlarda, chia tohumunun yüksek fitosterol değerleri içerdii keşfedilmiştir [25]. Chia tohumu 100 g başına 34 ila 40 g diyet lifi içermektedir. Bu lif içeriği diğer kurutulmuş ürünlere kıyasla kinoa, keten tohumu ve amarant oranından daha yüksektir. Bu nedenle, chia tohumu birçok kardiyovasküler hastalık ve diyabetin önlenmesinde kullanılabilir [22]. Coelho ve Mellado [18] chia tohumu tüketiminin bağırsak fonksiyonlarını desteklediğini, kan kolesterolü ve glikoz seviyelerini azaltabildiğini ve metabolik sendrom ile ilgili hastalıkları da indirgediğini belirtmiştir. Chia tohumları çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengindir ve bu yağ asitleri, merkezi sinir sistemini oluşturan dokularda bulunur. Kalp-damar hastalıkları, kanser, otoimmün ve enflamatuvar hastalıkların önlenmesinde rol oynar. Ayrıca, chia tohumu yağı esansiyel yağ asitleri içeriği en yüksek olan bitkisel kaynaktır. Chia tohumu yağında yüksek miktarda α ve β linolenik asit bulunmaktadır [18].

Chia tohumu ile ilgili yapılan çalışmaların büyük bir bölümü buğday unu kullanılarak yapılmıştır [26–29]. Stell ve ark. [27] buğday unu ve chia tohumu

kullanarak kek üretimi yapmışlar. Chia tohumu müsülaj jelinin (CMG) 25, 50, 75 ve 100 g / 100 g oranlarında bitkisel yağın yerine ikame edilmesiyle, keklerin teknolojik özelliklerine olan etkisini araştırmışlardır. CMG ile bitkisel yağın değiştirilmesi, keklerin spesifik hacim, simetri, tekdüzelik, nem ve su aktivitesini önemli ölçüde değiştirmemiştir. Renk parametreleri ve ayrıca keklerin kabuk oluşumu ise CMG ile daha yüksek seviyelerde etkilenmiştir. CMG'nin 25 g / 100 g yağa kadar değiştirmenin teknolojik olarak keklerde uygulanabilir olduğu ve kalite özelliklerinde önemli bir değişiklik yapılmadığı sonucuna varılmıştır. Başka bir çalışmada ise [28] buğday unu ve farklı oranlarda (%5, %10, %15, %20) chia tohumu kullanılarak bisküvi üretimi gerçekleştirilmiş ve kalite özellikleri incelenmiştir.

Borneo ve ark. [30] yaptıkları bir çalışmada, chia jelini kek üretiminde yağ veya yumurta ikamesi olarak kullanmış, keklerin genel kabul edilebilirlik, duyuşal özellikler, fonksiyonel özellikler ve besin içeriğini belirlemiştir. Bir kontrol grubu formülasyonunda %25, %50 ve %75 yağ veya yumurta yerine chia jeli kullanılmıştır. 75 panelist 7 puanlı hedonik teste tabi tutulmuş; duyuşal özellikler ve genel kabul edilebilirlik üzerinde yapılan varyans analizi renk, lezzet, doku ve renk bakımından değişkenlik gösterirken, istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermiştir. Kek ağırlığı, formülasyona ilave edilen chia jelinden etkilenmemiş, ancak kek hacmi, ikame yüzdesi arttıkça düşmüştür. Bu çalışma, kabul edilebilir duyuşal özelliklere sahip daha besleyici bir ürün sunarken, chia jelinin keklerde % 25'e kadar yağ veya yumurtayı ikame edebildiğini göstermiştir.

Almeida ve ark. [31] yaptıkları bir çalışmada keke farklı oranlarda chia unu (0-30 g / 100 g un karışımı) ve hidrojene bitkisel yağ (12-20 g / 100 g un karışımı) ilavesinin keklerin teknolojik, besinsel ve duyuşal nitelikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Daha sonra en iyi teknolojik sonuçlara sahip kek seçilmiş ve besin içeriği, duyuşal nitelikleri açısından değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda chia unu ilavesinin keklerin özgül hacmini ve renk parametrelerini azalttığı gözlenmiştir. Chia unu ve hidrojene bitkisel yağ içeriğindeki değişiklikler depolama sırasında ise nem değerlerinin korunmasında katkıda bulunmuştur. En iyi sonuçlar 15 g chia unu / 100 g un karışımı ve 16 ila 20 g hidrojene bitkisel yağ / 100 g un karışımı içeren keklerle elde edilmiştir. 15 g chia unu / 100 g un karışımı ve 20 g hidrojene bitkisel yağ / 100

g un karışımı içeren keklerin kontrol grubu kek örneklerine göre daha yüksek protein, yağ, omega-3 yağ asidi ve kül içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Gomez ve arkadaşlarının [17] yaptıkları bir çalışmada ise, chia tohumlarının ve unun glutensiz ekmeklerin duyusal kalitesine olan etkisi analiz edilmiştir. Pirinç unlu ekmekler, 100 g pirinç unu başına, kuru veya önceden hidrate edilmiş 15 g chia unu veya tohumu ilavesiyle hazırlanmıştır. Chia tohumu ilavesinin hamur yapısına etkisi analiz edilmiştir. Ekmeğin özgül hacmi, ağırlığı, dokusu, rengi ve kabul edilebilirliği araştırılmıştır. Chia tohumu ilavesi ile ekmeğin özgül hacmi azalmış, sertliği artmış, pişme kaybı ise en aza inmiştir. Ayrıca chia tohumu ilavesi ile daha koyu bir kabuk oluşmuştur.

Steel ve arkadaşları [27] yaptıkları bir çalışmada chia müsülaj jelinin (CMG) 25, 50, 75 ve 100 g / 100 g oranlarında bitkisel yağın yerine ikame edilmesinin, keklerin teknolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. CMG ile bitkisel yağın değiştirilmesi, keklerin spesifik hacim, simetri, tekdüzelik, nem ve su aktivitesini önemli ölçüde değiştirmemiştir. Renk parametreleri ve ayrıca keklerin kabuk oluşumu ise CMG ile daha yüksek seviyelerde etkilenmiştir. CMG'nin 25 g / 100 g yağa kadar değiştirmenin teknolojik olarak keklerde uygulanabilir olduğu ve kalite özelliklerinde önemli bir değişikliğe yol açmadığı sonucuna varılmıştır.

Almeida ve ark. [32] yaptıkları çalışmalarda farklı oranlarda chia unu (%0-%20) ve vital gluten (%0 - %4) ekledikleri ekmeklerin duyusal özelliklerini ve besinsel öğelerini değerlendirmişlerdir. Chia unu ve vital gluten, depolama süresi boyunca somun ekmeklerinin nem içeriğinin korunmasına katkıda bulunmuştur. Yüksek seviyelerde chia unu (%10'dan fazla) ilavesiyle ise ekmeğin sertliği artmaktadır. %10 chia unu ve %2 vital gluten eklenen ekmeklerin kontrol ekmeğinden (%0 chia unu ve %0 vital gluten) %26 daha fazla lipit, %19 daha fazla protein ve %11 daha fazla kül içerdiği saptanmıştır. Ayrıca, bu ekmeklerde daha yüksek omega-3 yağ asidi içeriği ve daha iyi bir omega-6 / omega-3 oranı bulunmuştur. Her iki somun ekmeğin de duyusal açıdan kabul edilebilirdir.

Mesias ve ark. [28] yaptıkları çalışmada buğday unu yerine %5, %10, %15 ve %20 oranlarında chia unu ilave ederek ürettikleri bisküvilerin kalite özelliklerini

incelemiştir. Chia ununun buğday bazlı bisküvilere eklenmesiyle bisküvilerin besleyici değerinin arttığı sonucuna varılmıştır. Formüldeki chia unu oranının artmasıyla bisküvilerin antioksidan, fenolik, diyet lif ve protein içeriğinin arttığı gözlenmiştir. Fakat chia unu ilavesi akrilamid, HMF ve furfural oluşumunu da arttırmıştır. %10 chia unu ilavesi bile izin verilen akrilamid yasal limitinin üzerindedir. Ayrıca chia unu ilavesi bisküvilerde lipid oksidasyonunu kademeli olarak arttırmış ve raf ömrünü azaltmıştır. Bu nedenle zengin içeriğine rağmen, chia unu oranının lipid oksidasyonu göz önünde bulundurularak belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Bu çalışmalar dışında chia ile ilgili yapılan birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Ancak chia tohumunun hem glutensiz üründe hem de bisküvide kullanımına ilişkin çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan literatür araştırmasında chia tohumunun ekmekte [24] ve kekte [30] kullanıldığı fakat bisküvi gibi atıştırmalık bir ürünün zenginleştirilmesinde kullanılmadığı belirlenmiştir. Ülkemizde glutensiz ekmek, erişte, galeta unu, un karışımları, vb. ürünler üretilmektedir. Ancak çölyaklı bireylerin ev dışında sosyal hayatlarında hazır olarak tüketebilecekleri ürünler ise yok denecek kadar azdır. Bir atıştırmalık ürün olan chia tohumlu tatlı ve tuzlu glutensiz bisküvilerin çölyak hastalarının diyet çeşitliliğini artırma ve sağlığa faydalı bileşenler sağlama yönüyle toplumsal ve ekonomik yarar sağlaması beklenmektedir.

2.4. Tezin Amacı

Bu çalışmada chia tohumu farklı oranlarda işlenmiş kırmızı pirinç unu ile ikame edilerek çölyak hastaları için yeni alternatif ürünler geliştirilmesi ve bu ürünlerin kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında %0, 10, 15, 20 oranlarında chia tohumu ikame edilerek elde edilen glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin fiziksel özellikleri (çap, kalınlık, yayılma oranı, yayılma faktörü, renk, sertlik), kimyasal özellikleri (nem, kül, protein, pH, asitlik, aw, yağ), fonksiyonel özellikleri (antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik madde miktarları, toplam diyet lif, *in vitro* antioksidan ve fenolik madde biyoerişilebilirliği) ve duyu özellikleri belirlenmiştir. Üretilen chia tohumu ikameli glutensiz bisküviler %100 işlenmiş kırmızı pirinç unu içeren kontrol bisküvileri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin nem, sertlik, duyu özellikleri ile bazı özelliklerindeki (ph, su aktivitesi, asitlik, serbest yağ asitliği, peroksit değeri) değişim üretimden itibaren ikişer aylık periyotlar halinde 6 aylık depolama süresince belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Materyal

Proje kapsamında kullanılan işlenmiş kırmızı pirinç Bandırma'da yerli bir firmadan (Çınardere Tarım Ürünleri Sanayi Tic. Ltd. Şti.) temin edilmiştir. Projede kullanılan diğer hammaddeler Çölyakla Yaşam Derneği resmi sitesi www.colyak.gov.tr'de glutensiz olduğu beyan edilen markalar arasından seçilmiş olup guar gam, monokalsiyum fosfat, sodyum bikarbonat ve ksantan gam BRK Kimya'dan, lesitin (ayçiçek) Yılmaz Kimya A.Ş.'den, kullanılan diğer hammaddeler (pudra şekeri ve tuz) yerel marketten ve chia tohumu ise Duru Gıda San. ve Tic. A.Ş.'den temin edilmiştir. Siyah-gri renkte olan chia tohumunun menşei ise Peru'dur.

Kırmızı pirinç bölüm laboratuvarlarında bulunan KT 3303 öğütücüde öğütüldükten sonra daha fazla inceltmek üzere RETSCH GM 200 (Almanya) bıçaklı öğütücüde 10000 rpm'de 3 dk öğütülmüştür. Elde edilen pirinç unu 220 mikron göz aralığına sahip elekten geçirildikten sonra elek altı bisküvi üretiminde kullanılmıştır.

3.1.1. Kimyasal Malzemeler

- Ekstraktların hazırlanması için kullanılan kimyasal;
Metanol ($\geq 99.9\%$), Merck
- Toplam fenolik madde tayini için kullanılan kimyasallar;
Folin-Ciocalteu's phenol reagent, Merck
Sodyum karbonat (Na_2CO_3) (791768) , Sigma-Aldrich
Gallik asit ($\geq 98\%$), Merck
- DPPH yöntemi ile toplam antioksidan kapasitesi tayini için kullanılan kimyasallar;
2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) (D9132), Sigma-Aldrich
Troloks (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) (238813), Sigma Aldrich
- Sindirim uygulaması için kullanılan kimyasallar;
Hidroklorik asit (%37) (258148), Sigma-Aldrich
Kalsiyum klorür dihidrat ($\text{CaCl}_2(\text{H}_2\text{O})_2$), Merck
Kalsiyum klorür (CaCl_2), Merck
Trikloroasetik asit (TCA) (Sigma Aldrich)
Hemoglobin (Sigma Aldrich)
Pepsin (P7000), Sigma-Aldrich

Tripsin (T0134), Sigma-Aldrich
Alfa amilaz (A1031), Sigma-Aldrich
Pankreatin (P1750), Sigma-Aldrich
Safra ekstraktı (B8631), Sigma-Aldrich
TRIS (25,285-9), Sigma-Aldrich
p-toluensulfonil-L arginin metil ester (TAME, T4626), Sigma-Aldrich
Pankreatin, Sigma-Aldrich
Pefabloc enzimi, Acros

3.1.2. Alet ve Cihazlar

Laboratuvar tipi pH metre (WTW Marka PH 7110 Model)
Dijital ayarlanabilir otomatik mikropipet seti (Brand Marka)
Santrifüj, 12000 rpm (Daihan Scientific, WiseSpin CF-10 centrifuge, Seoul, Korea)
Soğutmalı santrifüj, 6000 rpm (Hettich EBA 85, Zentrifugen, Germany)
Spektrofotometre (Shimadzu UV-1601 ve Thermo Scientific Multiskan GO)
Çalkalamalı inkübatör (IKA KS 4000 Control)
Buzdolabı (Arçelik), Derin dondurucu (Uğur)
Protein tayin cihazı (Gerhardt Kjeldatherm)
Renk cihazı (Konika Minolta CR5 Chromameter, Japonya)
Su aktivitesi tayin cihazı (CihazıHP23 AW Rotronic Hygropalm 8303, Bassersdorf, İsviçre)

3.2. Yöntemler

3.2.1. Glutensiz Tatlı Bisküvi Formülasyonu ve Üretimi

Bisküvi hamuru, AACC 10.50.05'te [33] belirtilen tatlı bisküvi formülasyonunda bazı modifikasyonlar yapılarak hazırlanmıştır. Glutensiz tatlı bisküvi formülasyonunda işlenmiş kırmızı pirinç unu, chia tohumu, tuz, pudra şekeri, ksantan gam, guar gam, monokalsiyum fosfat, sodyum bikarbonat, shortening ve lesitin kullanılmıştır. Bu formülasyon aşağıda yer alan Tablo 3.1.'de belirtilmektedir.

Tablo 3. 1 Tatlı bisküvi formülasyonları

Bileşen	Tatlı Bisküvi Kontrol	Tatlı Bisküvi %10 Chia Tohumu İkameli	Tatlı Bisküvi %15 Chia Tohumu İkameli	Tatlı Bisküvi %20 Chia Tohumu İkameli
İşlenmiş Kırmızı Pirinç Unu (g)	78.75	70.88	66.94	63
Tapyoka Nişasta (g)	33.75	30.38	28.69	27
Yağ (Shortening) (g)	35	35	35	35
Pudra Şekeri (g)	40	40	40	40
Tuz (g)	1.05	1.05	1.05	1.05
Sodyum bikarbonat (g)	1.25	1.25	1.25	1.25
Monokalsiyum fosfat (g)	1.25	1.25	1.25	1.25
Guar gam (g)	0.5	0.5	0.5	0.5
Ksantan gam (g)	0.5	0.5	0.5	0.5
Lesitin (g)	2.1	2.1	2.1	2.1
Chia Tohumu (g)	-	11.25	16.875	22.5
Toplam	194.15	194.15	194.15	194.15

Yapılan ön denemelerde öncelikle üretim prosedürü belirlenmiştir ve oluşturulan prosedür tatlı ve tuzlu glutensiz bisküvi üretiminde uygulanmıştır. Bu prosedürün işlem basamakları ise şöyledir;

Kullanılacak olan tüm hammaddeler belirlenen miktarda tartılır.



Kuru malzemeler karıştırma kazanının haznesine alınır ve 1 dakika karıştırılır.



Karıştırma süresi bittikten sonra yağ eklenir ve 4 dakika karıştırılır.



Son olarak kullanılacak sıvı ürünler (su veya süt tozu karışımı) eklenir.

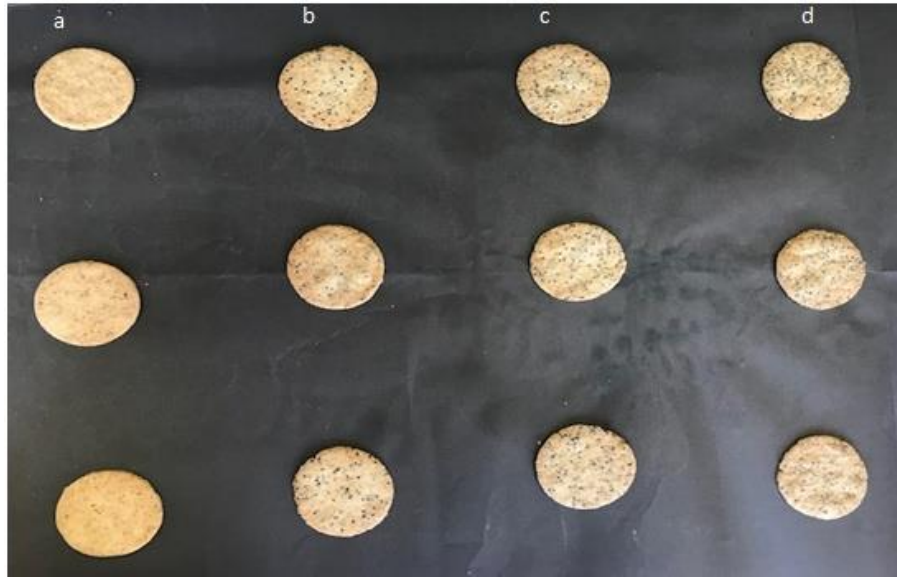


1 dakika daha karıştırılmaya devam edilir.Son olarak şekil verilen glutensiz tatlı bisküviler 170⁰C'de 8 dk, glutensiz tuzlu bisküviler ise 200 ⁰C 'de 12 dk konveksiyonlu fırında pişirilir.

Şekil 3. 1 Üretim İşlem Basamakları

Tatlı ve tuzlu bisküvi formülasyonları belirlenmeden önce bu alanda yapılan çalışmalar araştırılarak Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda bisküvi denemeleri yapılmıştır. Elde edilen bisküviler rastgele seçilen panelistler ile duyu analize alınmış ve uygulanacak olan formülasyon belirlenmiştir. Formülasyonları belirlenen tatlı ve tuzlu bisküvi hamuruna %10, %15 ve %20 oranında chia tohumu ilavesine karar verilmiştir.

Piştirilen bisküviler soğutulduktan sonra fiziksel analizlere (ağırlık, çap, kalınlık, yayılma oranı, renk, sertlik ve kırılmalık) alınmış, fiziksel analizleri tamamlanan bisküviler kimyasal ve fonksiyonel analizler için cam kavanozlarda hava almayacak şekilde +4°C de muhafaza edilmiştir. İş planına göre daha sonra yapılacak olan analizler için bir miktar bisküvi derin dondurucuda (-18°C) saklanmıştır. Glutensiz tatlı bisküviler 3 replikasyon (tekerrür) halinde üretilmiştir. Bisküviler 0., 2., 4. ve 6. aylar sonunda yapılacak olan analizler için polietilen paketlerle paketlenmiş ve depolama süresi boyunca karanlık ortamda ve oda sıcaklığında depolanmıştır. Tatlı bisküvilere ait görseller Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3. 2 a)Kontrol tatlı bisküvi, b)%10 chia tohumu ikameli tatlı bisküvi, c)%15 chia tohumu ikameli tatlı bisküvi, d) %20 chia tohumu ikameli tatlı bisküvi

3.2.2. Glutensiz Tuzlu Bisküvi Üretimi

Bisküvi hamuru, AACC 10.31.03'te [34] belirtilen tuzlu bisküvi formülasyonunda bazı modifikasyon yapılarak hazırlanmıştır. Glutensiz tuzlu bisküvi formülasyonunda işlenmiş kırmızı pirinç unu, chia tohumu, tuz, ksantan gam, guar gam, monokalsiyum fosfat, sodyum bikarbonat, shortening, lesitin ve süt tozu karışımı kullanılmıştır. Süt tozu karışımı ise, 50 gram süt tozu 200 mL su içerisinde çözündürülerek elde edilmiştir. Glutensiz tuzlu bisküvi formülasyonu aşağıda yer alan Tablo 3.2.'de belirtilmektedir.

Tablo 3. 2 Tuzlu bisküvi formülasyonları

Bileşen	Tuzlu Bisküvi Kontrol	Tuzlu Bisküvi %10 Chia Tohumu İkameli	Tuzlu Bisküvi %15 Chia Tohumu İkameli	Tuzlu Bisküvi %20 Chia Tohumu İkameli
İşlenmiş Kırmızı Pirinç Unu (g)	78.75	70.875	66.9375	63
Tapyoka Nişasta (g)	33.75	30.375	28.6875	27
Yağ (Shortening) (g)	25	25	25	25
Tuz (g)	2.00	2.00	2.00	2.00
Sodyum bikarbonat (g)	1.25	1.25	1.25	1.25
Monokalsiyum fosfat (g)	1.25	1.25	1.25	1.25
Guar gam (g)	0.5	0.5	0.5	0.5
Ksantan gam (g)	0.5	0.5	0.5	0.5
Yumurta akı (g)	12.00	12.00	12.00	12.00
Süt tozu karışımı (mL)	40.00	35.00	30.00	28.00
Lesitin (g)	4.00	4.00	4.00	4.00
Chia Tohumu (g)	-	11.25	16.875	22.5
Toplam	199	194	189	187

Pişirilen bisküviler soğutulduktan sonra fiziksel analizlere (ağırlık, çap, kalınlık, yayılma oranı, renk, sertlik ve kırılma) alınmış, fiziksel analizleri

tamamlanan bisküviler kimyasal ve fonksiyonel analizler için cam kavanozlarda hava almayacak şekilde +4 °C'de muhafaza edilmiştir. İş planına göre daha sonra yapılacak olan analizler için bir miktar bisküvi derin dondurucuda (-18 °C) saklanmıştır. Glutensiz tuzlu bisküviler 3 replikasyon (tekerrür) halinde üretilmiştir. Bisküviler 0., 2., 4. ve 6. aylar sonunda yapılacak olan analizler için polietilen paketlerle paketlenmiş ve depolama süresi boyunca karanlık ortamda ve oda sıcaklığında depolanmıştır. Tuzlu bisküvilere ait görseller Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3 a) Kontrol tuzlu bisküvi, b) %10 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi, c) %15 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi, d) %20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi

3.3. Bisküvilerin Fiziksel Analizleri

3.3.1. Ağırlık

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin ağırlık ölçümü AACC Method 10-50D'ye göre yapılmıştır [35]. Hassas terazi kullanılarak tuzlu bisküviler için sekiz adet bisküvinin ağırlığı belirlenmiş ve sekize bölünerek tek bir bisküvi ağırlığı hesaplanmıştır. Tatlı bisküviler için altı adet bisküvinin ağırlığı belirlenmiş ve bu değer altıya bölünerek tek bir bisküvi ağırlığı hesaplanmıştır.

3.3.2. Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Yayılma Faktörü

Bisküvilerin kalınlıkları, yayılma faktörleri ve çapları AACC Method 10-50D'ye göre gerçekleştirilmiştir [35]. Glutensiz tuzlu bisküviler için kalınlık ölçümü

elektronik kumpas yardımıyla sekiz adet bisküvinin üst üste sıralanmasıyla yapılmıştır. Bu işlem bisküvilerin yerleri değiştirilerek 3 kez tekrarlanmıştır. Ölçümlerin ortalamaları alınıp sekize bölünerek bir bisküvinin kalınlığı tespit edilmiştir. Glutensiz tatlı bisküviler için kalınlık ölçümü ise altı adet bisküvinin üst üste sıralanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu işlem bisküvilerin yerleri değiştirilerek 3 kez tekrarlanmıştır. Ölçümlerin ortalamaları alınıp altıya bölünerek bir bisküvinin kalınlığı tespit edilmiştir.

Bisküvi çapı elektronik kumpas yardımıyla belirlenmiştir. Bisküviler 3 kere 90° çevrilerek ölçüm tekrarlanmıştır. Ölçümlerin ortalaması alınarak her bir bisküviye ait çap belirlenmiş olup analiz altı adet bisküvide tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bisküvilerin yayılma oranı ve yayılma faktörü Manohar ve Rao [36]'ya göre belirlenmiş olup formüller aşağıdaki gibidir;

$$\text{Yayılma Oranı} = \text{Bisküvi Çapı} / \text{Bisküvi Kalınlığı} \quad (3.1)$$

$$\text{Yayılma Faktörü} = \text{Zenginleştirilmiş bisküvi yayılma oranı} / \text{Kontrol bisküvisi yayılma oranı} \quad (3.2)$$

3.3.3. Renk

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvi örneklerinde CIE L^* (aydınlık), a^* (kırmızılık/yeşillik), b^* (sarılık/mavilik) değerleri Konika Minolta CR5 Chromameter (Japonya) ile belirlenmiştir. Analiz en az 6 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.4. Bisküvilerin Enstrümental Sertliği

0., 2., 4. ve 6. aylarda bisküvi sertliği (g kuvvet) Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan Tekstür Analiz cihazında (TA- XT Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems, Godalming, England) 5 kg'lık yük hücresi ve Three Point Bending Rig (Üç mesnetli kırma donanımı) kullanılarak yapılmıştır. Analiz 10 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Donanımın çalışma şartları aşağıdaki gibidir;

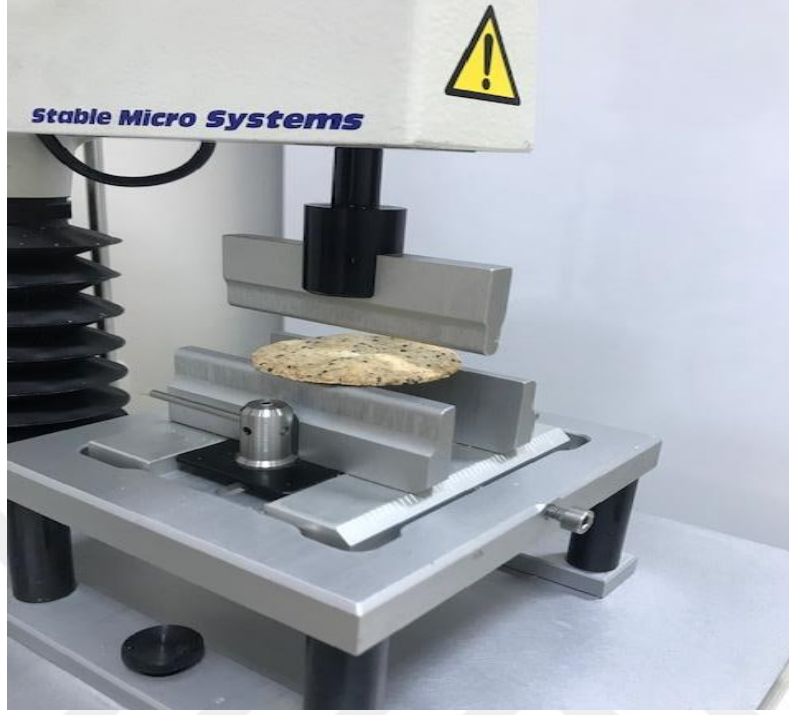
Ön Test Hızı : 1.0 mm/s

Test Hızı : 3.0 mm/s

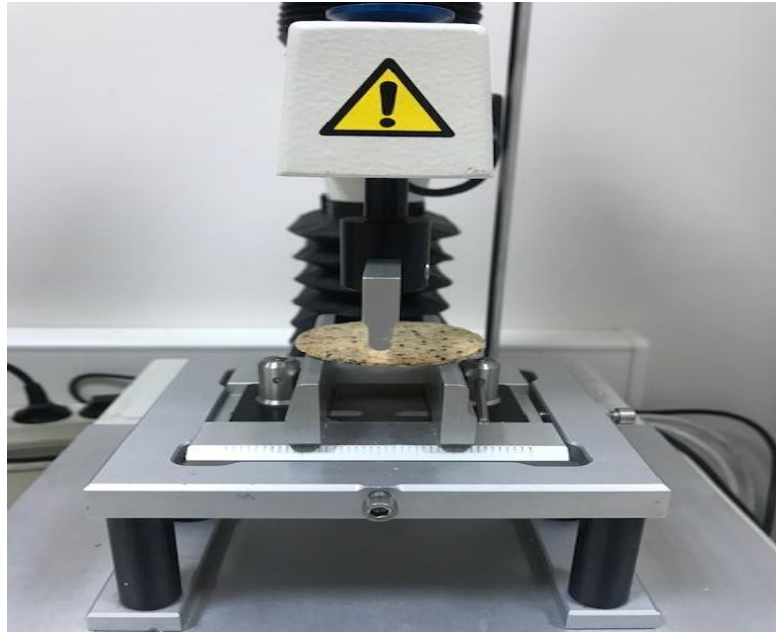
Dönüş Hızı : 10.0 mm/s

Mesnet aralığı : 3.2 cm

Bisküvi sertliğinin üç mesnetli kırma donanımıyla analizi sırasında donanımın yandan ve önden görünüşü sırasıyla Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3. 4 Üç mesnetli kırma donanımı ile bisküvi sertliği analizi (yan görünüş)



Şekil 3. 5 Üç mesnetli kırma donanımı ile bisküvi sertliği analizi (ön görünüş)

Bu testte 3.0 mm/s hızla bisküvi yüzeyine gelen donanımın bisküvileri ortadan ikiye bölmesi için gerekli kuvvet, bisküvi sertliği (g kuvvet) olarak ifade edilmiştir.

3.4. Bisküvilerin Kimyasal Analizleri

3.4.1. Kimyasal Bileşim

Kontrol ve chia tohumu ilaveli glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin kül (AACC Metot 08-01.01) [37], vakumlu etüvde nem (AACC Metot 44-40.01) [38], nem (AACC Metot 44-15.02) [39] , yağ (AOAC 963.15) [40], protein (AOAC 955.04) [41] ve diyet lif içeriği (AOAC Method 985.29) [42] belirlenmiştir. Nem, kül, protein ve yağ değerlerinin toplamının 100'den çıkarılması ile karbonhidrat içeriği tespit edilmiştir. Bisküvilerin ham protein miktarının belirlenmesi için azot çevrim faktörü olarak 6.25 kullanılmıştır.

3.4.1.1. Tuzlu Bisküviler için Nem Analizi

Önceden $135\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış etüvde sabit tartıma getirilen nem kaplarına öğütülmüş ve karıştırılmış bisküvi örneklerinden 3 g tartılmış ve $135\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki etüvde yaklaşık 4 saat bekletilmiştir. Nem kapları desikatöre alınarak oda sıcaklığına ulaştıktan sonra tartıma alınmıştır. Eldeki sonuçlar arasındaki fark %9 olana kadar işleme devam edilmiştir. Örneğin nem miktarı % olarak hesaplanmıştır.

3.4.1.2. Tatlı Bisküviler için Nem Analizi

Önceden $70\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış vakumlu etüvde sabit tartıma getirilen nem kaplarına öğütülmüş ve karıştırılmış bisküvi örneklerinden 2 g tartılmış ve $70\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki vakumlu etüvde yaklaşık 24 saat bekletilmiştir. Nem kapları desikatöre alınarak oda sıcaklığına ulaştıktan sonra tartıma alınmıştır. Eldeki sonuçlar arasındaki fark %9 olana kadar işleme devam edilmiştir. Örneğin nem miktarı % olarak hesaplanmıştır.

3.4.1.3. Kül Analizi

Önceden $900\pm 3^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış kül fırınında sabit tartıma getirilen krozelere öğütülmüş ve karıştırılmış bisküvi örneklerinden 2 g tartılmış ve $900\pm 3^{\circ}\text{C}$ 'deki kül fırınında yaklaşık 4 saat bekletilmiştir. Krozeler desikatöre alınarak oda sıcaklığına ulaştıktan sonra tartıma alınmıştır. Eldeki sonuçlar arasındaki fark %9 olana kadar işleme devam edilmiştir. Örneğin kül miktarı kuru maddede % olarak hesaplanmıştır.

$$\%K\ddot{u}l = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \times 100 \times \frac{100}{100 - R} \quad (3.3)$$

m: Tartılan örnek miktarı (g)

m₂: Krozenin son kütlesi (g)

m₁: Krozenin darası (g)

R: Örneğin nem miktarı

3.4.1.4. Yağ Analizi

Önceden 135±2°C'ye ayarlanmış etüvde sabit tartıma getirilen balonlar kullanılmıştır. Bisküvi örneklerinden 10 g tartılarak kartuşa konulmuş ve ağzı pamuk ile kapatılmıştır. Soxhalet tüplerine 150 mL dietil eter eklenerek cihaza yerleştirilmiştir. Yaklaşık 4 saat sonunda yağı ekstrakte edilen örnekler, dietil eterin uzaklaştırılması için rotary evaporatöre alınmıştır. Son işlem olarak balon 60 dakika etüvde bekletilerek kalan dietil eterin tamamı ortamdan uzaklaştırılmıştır. Elde edilen veriler aşağıdaki formülasyonda kullanılmıştır. Örneğin yağ miktarı kuru maddede % olarak hesaplanmıştır.

$$\%Yağ = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \times 100 \times \frac{100}{100 - R} \quad (3.4)$$

m : Ekstraksiyon için alınan örnek miktarı (g)

m₂: Ekstraksiyon balonunun ekstrakte edilen yağ ile birlikte son kütlesi(g)

m₁: Ekstraksiyon balonunun darası (g)

R: Örneğin nem miktarı

3.4.1.5. Protein Analizi

0.005 g hassasiyetle 1'er g bisküvi örnekleri Kjeldahl tüplerine tartılmıştır. Üzerlerine birer adet Kjeldahl tableti ve 25 ml sülfirik asit eklenmiştir. Yakma ünitesinde sıcaklık kademeli olarak artırılarak 420°C'ye getirilmiştir. Yanma tamamlandığında tüpler destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Elde edilen yeşil renkli destilat faktörü bilinen 0,1 N HCl çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%Azot = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times F \times 0,014 \times 100 \times 100}{m \times (100 - R)} \quad (3.5)$$

$$\% \text{Protein: } \% \text{Azot} \times 6,25 \quad (3.6)$$

V2: Titrasyonda kullanılan HCl hacmi (mL)

V1: Kör denemede kullanılan HCl hacmi (mL)

N: 0,1 N HCl çözeltisinin normalitesi

F: HCl çözeltisinin faktörü

m : Kullanılan örnek miktarı (g)

R: Örneğin nem miktarı

3.4.1.6. Diyet Lif Tayini

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvi örneklerinin toplam diyet lif içerikleri hizmet alımı ile belirlenmiştir. Chia tohumu ve bisküvi örneklerinde toplam diyet lif içerikleri K- TDFR Total Dietary Fiber analiz kiti (Megazyme International Ireland Ltd. Co., Wicklow, İrlanda) kullanılarak AOAC Method 985.29'e [42] göre gerçekleştirilmiştir.

3.4.1.7 Gluten Analizi

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvi örneklerinin gluten miktarı hizmet alımı ile belirlenmiştir. AOAC 2012.01 [43] yöntemine göre gluten kontaminasyonu olmadığını doğrulamak üzere rastgele birkaç bisküvi örneğinde Gliadin kiti (Ridascreen® Gliadin, R7001) kullanılarak Elisa Okuyucusu (ELx50 Microplate Strip Washer ve ELx800 Absorbance Microplate Reader) ile analiz edilmiştir.

Testin prensibi kısaca şu şekilde açıklanabilir: Testin temeli antijen-antikor reaksiyonudur. Mikrotiter şeritlerinin hücreleri gliadinlere karşı özel antikorlar ile kaplanır. Standart ya da örnek çözeltisinin şeritlere eklenmesiyle mevcut gliadin özel antikorlara bağlacaktır. Sonuç bir antikor-antijen-kompleksi'dir. Antikorlara bağlı olmayan bileşenler daha sonra bir yıkama adımı ile uzaklaştırılmıştır. Daha sonra peroksidaza bağlı antikor eklenir ve bu antikor Ab-Ag-karışımı'na bağlanır. Bir antikor-antijen-antikor (sandwich) kompleksi oluşturulur. Bağlı olmayan her enzim konjugatı daha sonra bir yıkama adımı ile uzaklaştırılır. Enzim substrat ve kromojen hücrelere eklenir ve inkubasyona bırakılır. Bağlanmış enzim konjugatı renksiz kromojeni maviye dönüştürür. Durdurma reaktifinin eklenmesi maviden sarıya bir renk değişimine sebep olur. Ölçüm, 450 nm'de fotometrik olarak yapılır. Absorbans örneğin gliadin konsantrasyonu ile orantılıdır. Analize başlamadan önce ve analiz boyunca eldiven kullanılmış ve analiz öncesi yüzeyleri cam tüple, öğütücü ve diğer

ekipmanlar etanol (% 40'lık) ya da 2-propanol ile temizlenmiştir. Örnek hazırlama, ELİSA prosedüründen ayrı bir odada gerçekleştirilmiştir.

3.5. Bisküvilerin Fizikokimyasal Analizleri

3.5.1. Su Aktivitesi

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvi örneklerinde (0., 2., 4. ve 6. ay depolama sonunda) su aktivitesi (aw) HP23 AW Rotronic Hygropalm 8303 (Bassersdorf, İsviçre) cihazı ile belirlenmiştir.

3.5.2. pH Tayini

Glutensiz bisküvilerin pH'ı Aksoylu (2012)'ye [44] göre 3 tekerrür halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel halinde gerçekleştirilmiştir. 15 g öğütülmüş örnek alınarak, 100 mL'ye saf suyla tamamlanmıştır. Karışım 30 dakika boyunca bekletilmiş ve bekleme süresi sonunda bisküvilerin pH' ları WTW 13/120727 inolab pH 7110 kullanılarak belirlenmiştir.

3.5.3. Peroksit Değeri Tayini

Depolama süresi boyunca bisküvi örneklerinin peroksit değerindeki değişim IUPAC Method 2.501'e göre belirlenmiştir [45]. Şekil 3.6'da gösterilen soğuk ekstraksiyon yöntemi ile yağ elde edilmiş olup analiz 3 tekerrür halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel halinde gerçekleştirilmiştir.

Bisküvi örneklerinden elde edilen yağlar, hassas olarak 2'şer g tartılıp üzerine 10 mL kloroform ilave edilmiştir. Kloroform çözüldükten sonra 15 mL asetik asit eklenerek çalkalanmıştır. Üzerine 1 mL doymuş potasyum iyodür eklendikten sonra, karanlıkta 5 dk bekletilmiştir. 75 mL distile su eklenerek tekrar çalkalanmıştır. Örneklere 2-3 damla %1'lik nişasta çözeltisi damlatılmış ve 0,01 N Sodyum tiosülfat ile mavi renk kaybolana kadar titre edilmiştir. Kör deneme ile titrasyon sarfiyatı belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Peroksit değeri (meq O}_2\text{/kg)} = \frac{[(V-B) \times N \times F \times 1000]}{m} \quad (3.7.)$$

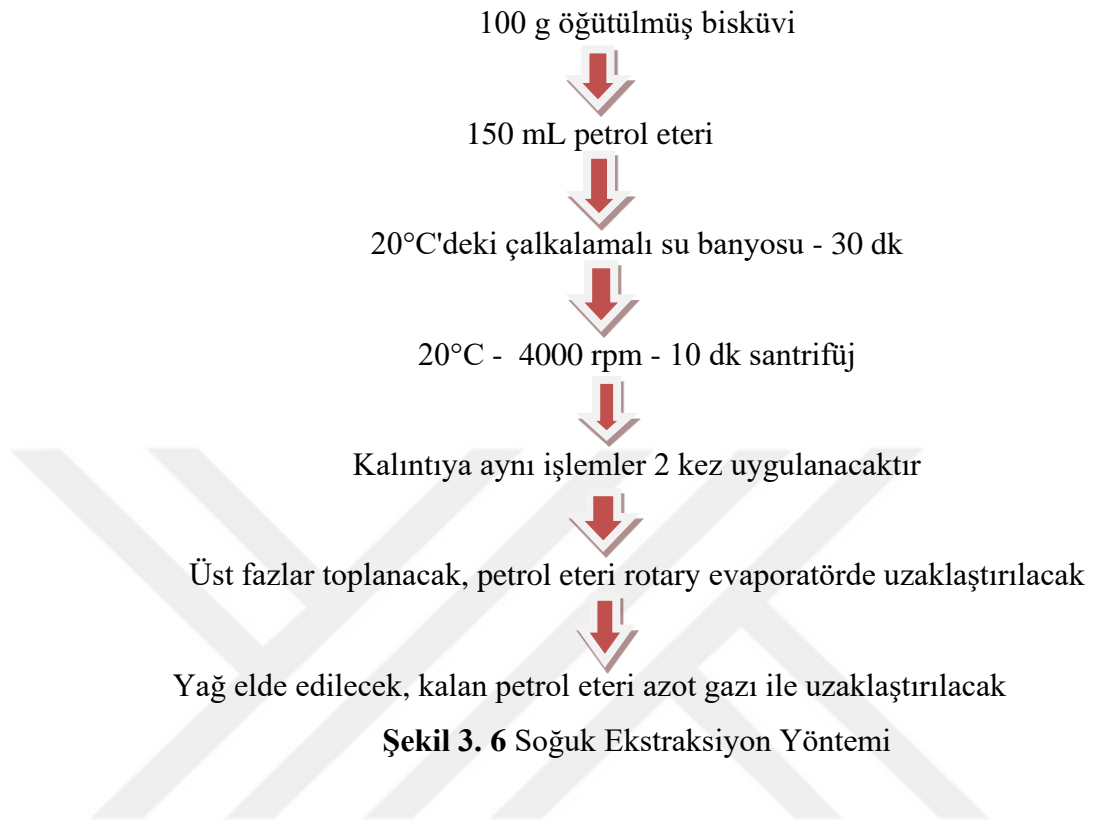
V: Örnek için harcanan 0.01 N Na-tiosülfat hacmi (mL)

B: Kör deneme için harcanan 0.01 N Na-tiosülfat hacmi (mL)

N: 0.01 N Na-tiosülfat çözeltisinin normalitesi

F: 0.01 N Na-tiyosülfat çözeltisinin faktörü

m: Yağ örneği miktarı (g)



3.5.4. Serbest Yağ Asitliği Tayini

Depolama süresince bisküvilerin serbest yağ asidi miktarında oluşan değişim IUPAC Method 2.501'e göre belirlenmiştir [45]. Analizde soğuk ekstraksiyon ile elde edilen yağdan 5 g tartılıp üzerine 50 mL dietileter-etanol (1:1) karışımı ilave edilmiştir. Örneklere 3-4 damla %1'lik fenolftaleyn indikatörü damlatılmış ve 0,1 N etanollü KOH ile kalıcı pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılmıştır:

$$\text{Serbest Yağ Asitliği Değeri (\% oleik asit)} = \left[\frac{(V-B) \times F \times 2,82}{m} \right] \quad (3.8)$$

V: Örnek için harcanan 0,1 N KOH hacmi (mL)

B: Kör deneme için harcanan 0,1 N KOH hacmi (mL)

N: 0.1 N KOH çözeltisinin normalitesi

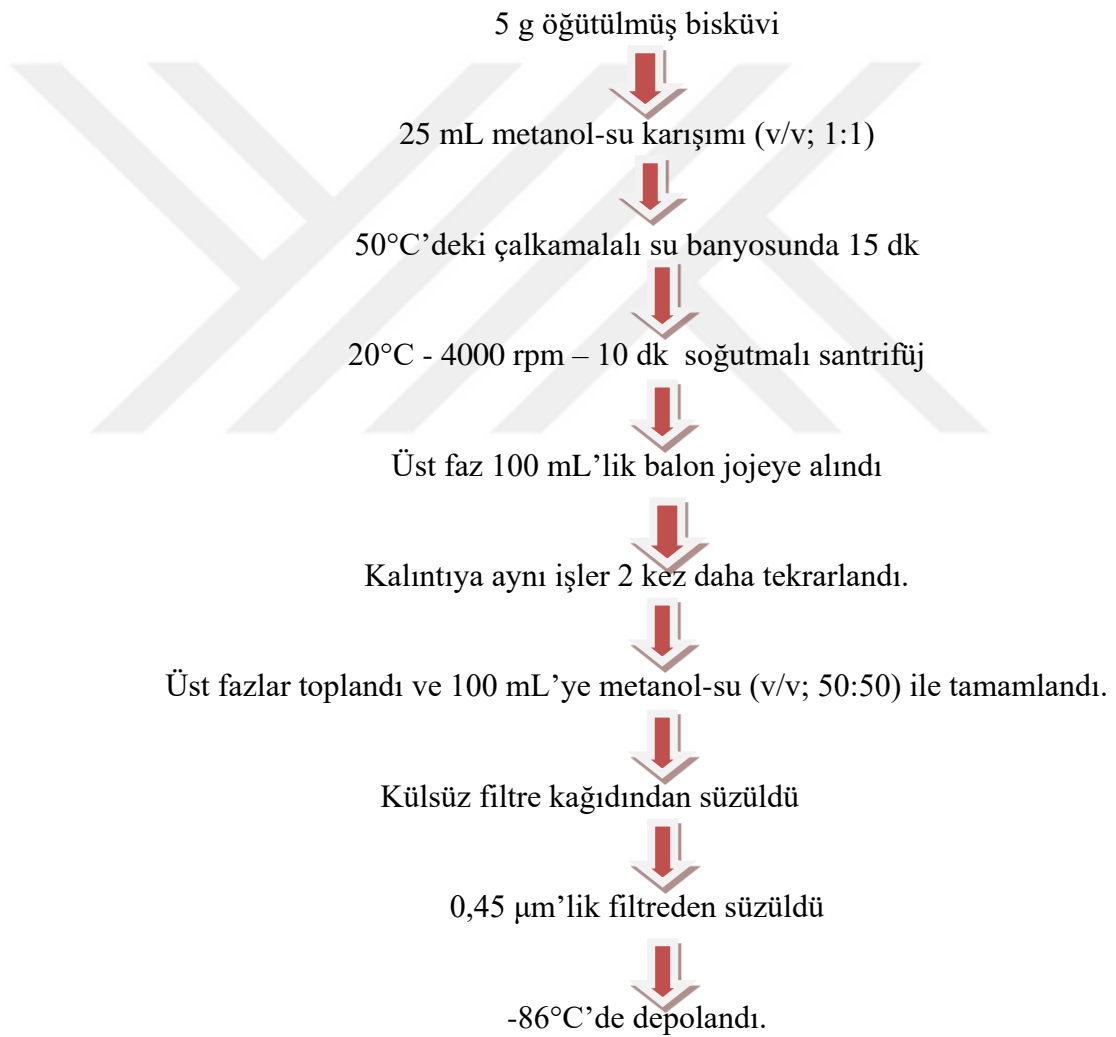
F: 0.1 N KOH çözeltisinin faktörü

m: Yağ örneği miktarı (g)

3.6. Bisküvilerin Fonksiyonel Analizleri

3.6.1. Toplam Fenolik Madde Tayini Ve Antioksidan Aktivite Tayini İçin Ekstrakt Hazırlama

Glutensiz bisküvi örneklerinde öncelikle yağı uzaklaştırma işlemi uygulanmıştır. 50 g öğütülmüş glutensiz bisküvi 500 mL'lik balon jøjeye alınmıştır. Üzerine 100 mL dietileter eklenerek yaklaşık 24 saat bekletilmiştir. Yağı ekstrakte edilen ürün kaba filtre kağıdı üzerinde 24 saat havada kurutulmuştur. Elde edilen yağsız bisküvi örnekleri toplam fenolik madde tayini ve antioksidan aktivite tayini için ekstrakt hazırlamada kullanılmıştır. Fenolik ve antioksidan madde ekstraksiyonu Şekil 3.7.'de verilmiştir.



Şekil 3. 7 Glutensiz Bisküvi Örneklerinden Fenolik ve Antioksidan Madde Ekstraksiyon Yöntemi

3.6.2. Toplam Fenolik Madde Tayini

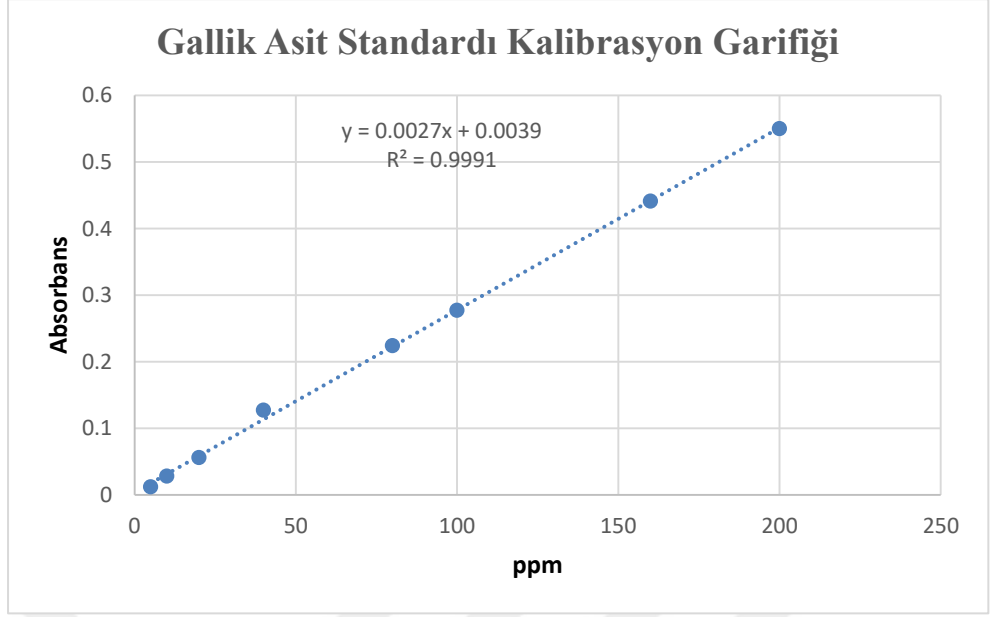
Glutensiz bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde tayini Li ve ark. [46] yöntemine göre bazı değişiklikler yapılarak Folin-Ciocalteu reaktifıyla belirlenmiştir. 100 µL örnek ekstraktı cam test tüpüne alınmış ve üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu fenol çözeltisi (%10, v/v) ilave edilmiştir. 15 sn vorteksledikten sonra karanlıkta 5 dk (oda sıcaklığında) bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda 5 mL Na₂CO₃ (%7.5, w/v) eklenerek 60 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Thermo Scientific Multiskan GO mikropilaka spektrofotometre kullanılarak 760 nm’de absorbans değerleri kör çözeltiliye (metanol) karşı okunmuştur. Glutensiz bisküvi örnekleri için, farklı konsantrasyonlara sahip (5, 10, 20, 40, 80, 100, 160, 200 ppm) gallik asit standart çözeltileri hazırlanmış ve aynı işlemler uygulanmıştır. Elde edilen kalibrasyon grafiği Şekil 3.8’de verilmiştir. Toplam fenolik madde, okunan absorbans değerlerinin gallik asit standart eğrisinden elde edilen lineer regresyon denkleminde yerine konulması ile hesaplanmıştır. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE) / g kuru madde olarak ifade edilmiştir.

3.6.2.1. Toplam Fenolik Madde Tayini Kullanılan Kimyasal Çözeltiler

Sodyum karbonat (%7.5 w/v): 7,5 g sodyum karbonat, 100 mL hacimli balon joje içerisine tartılmış ve saf suyla tamamlanmıştır.

Gallik asit stok çözeltisi: 20 mg gallik asit, 100 mL hacimli balon jojeye tartılmış ve spektrofotometrik saflıktaki methanol ile tamamlanmıştır. Konsantrasyonu 200 µg/mL (200 ppm) olan bu stok çözelti seyreltilerek farklı konsantrasyonlardaki ara standart çözeltiler elde edilmiştir.

Folin-Ciocalteu fenol çözeltisi (v/v; %10): 25 mL Folin-Ciocalteu, 250 mL hacimli balon joje içerisine tartılmış ve saf suyla tamamlanmıştır.



Şekil 3. 8 Gallik Asit Standardı Kalibrasyon Grafikği (5-200 ppm)

3.6.3. DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl) Serbest Radikali-Süpürme Aktivitesi

Glutensiz bisküvilerin DPPH serbest radikali süpürme aktivitesi Brand-Williams ve ark. [47] ve Thaipong ve ark.'da [48] belirtilen metodlara göre ve bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. 0.0041 g DPPH, 100 mL'ye metanol ile tamamlanmıştır. Şekil 3.7'den elde edilen ekstraktardan 75 µL, 125 µL, 150 µL ve 200 µL örnek ekstraktları cam test tüpüne alınmıştır. Her biri 200 µL'ye metanol ile tamamlanmıştır. Ekstraktların üzerine 3.8 mL DPPH çözeltisi ilave edilerek 15 sn vortekslenmiştir. Tüpler oda sıcaklığında ve karanlıkta 60 dk bekletildikten sonra Thermo Scientific Multiskan GO mikropilaka spektrofotometre kullanarak, 515 nm'de absorbans değerleri metanola karşı okutulmuştur. Kontrol çözeltisi ise 200 µL metanol üzerine 3.8 mL DPPH eklenerek elde edilmiştir. Analiz 3 tekrür halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Ekstrakt içindeki örnek miktarlarına karşı, örnek % inhibisyon değerleri, Troloks standart çözeltileri içerisindeki troloks miktarına karşı Troloks % inhibisyon değerleri ile grafik çizilerek iki farklı lineer regresyon denklemi elde edilmiştir. Örnek regresyon denkleminin eğiminin Troloks regresyon denklemi eğimine bölünmesiyle DPPH radikali indirgeyici aktivite değeri bulunmuştur. Sonuçlar µmol Troloks / g

kuru örnek cinsinden ifade edilmiştir. Örnek ve Troloks grafikleri için % inhibisyon değerleri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\% \text{ inhibisyon} = (1 - \text{Absörnek}/\text{Abskontrol}) \times 100 \quad (3.9)$$

$A_{\text{örnek}}$ =örneğin 515 nm’de okunan absorbans değeri

A_{kontrol} =kontrolün 515 nm’deki okunan absorbans değeri

Örnek miktarına (x eksen) karşı %inhibisyon (y eksen) grafiği çizilmiştir.

3.6.3.1. DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl) Serbest Radikali-Süpürme Aktivitesi Kullanılan Kimyasal Çözeltiler

Troloks Stok Çözeltisi: 50 mg Troloks, 100 mL hacimli balon jöje içerisine tartılmış ve spektrofotometrik saflıktaki metanol ile tamamlanmıştır. Konsantrasyonu 2000 μM olan bu stok çözelti seyreltilerek farklı konsantrasyonlardaki ara standart çözeltiler elde edilmiştir.

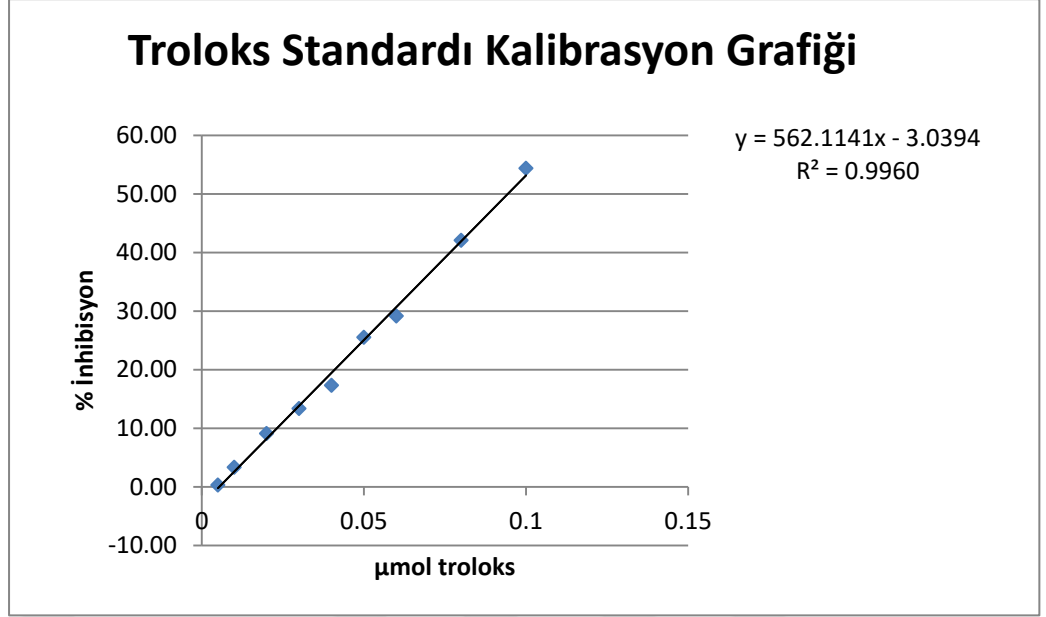
DPPH: 0.0041 g DPPH, 100 mL hacimli balon jöjeye tartılmış ve spektrofotometrik saflıktaki metanol ile tamamlanmıştır.

3.6.3.2. Troloks Eşdeğeri Hesaplama

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan Troloks standartlarından 200 μL alınıp üzerine 3.8 mL seyreltilmiş DPPH çözeltisi ilave edilerek 15 sn vortekslenmiştir. Tüpler oda sıcaklığında ve karanlıkta 60 dk bekletildikten sonra Thermo Scientific Multiskan GO mikropilaka spektrofotometre kullanarak, 515 nm’de absorbans değerleri metanola karşı okutulmuş ve metanol kontrol çözeltisi olarak kabul edilmiştir. Elde edilen veriler ile standart kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur (Şekil 3.9).

$$\% \text{ inhibisyon} = (1 - \text{Abstroloks}/\text{Abskontrol}) \times 100 \quad (3.10)$$

Sonuçlar, Eğim örnek / Eğim Troloks ($\mu\text{mol Troloks} / \text{g kuru madde}$) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3. 9 Troloks Standardı Kalibrasyon Grafiği (0,005-0,1µmol)

3.6.4. Demir İyonu-İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Tayini

Demir indirgeyici antioksidan gücü Liu ve ark. [49] ve Wang ve ark. [50] uyguladığı yöntemde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. 50 µL örnek ekstraktına 3 mL yeni hazırlanmış demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) reaktifi eklenmiş ve reaksiyon karışımı 37°C’de 30 dk inkubasyona bırakılmıştır. FRAP reaktifi hazırlamada TPTZ, HCl (%37), C₂H₃NaO₂3H₂O ve Demir (III) Klorür kullanılmıştır. Thermo Scientific Multiskan GO mikropilaka spektrofotometre kullanarak örnek ekstraktı absorbansı 593 nm’de saf su körüne karşı okutulmuştur. Aynı işlemler demir (II) sülfat heptahidrat standart çözeltileri(0.1-1.2 mM) için de yapılarak standart kalibrasyon eğrisi çizilmiştir (Şekil 3.10). Sonuçlar mmol Fe (II)/g kuru madde cinsinden ifade edilmiştir. Analiz 3 tekerrür halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

3.6.4.1. Demir İyonu-İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Tayini Kullanılan Kimyasal Çözeltiler

300 mM Asetat tamponu, pH 3.6: 0.775 g sodium asetat.3 H₂O 4 mL glisial asetik asit içinde çözündürülüp, son hacim 250 mL olacak şekilde distile su ile tamamlanmıştır. pH kontrol edilerek 3.6’ya ayarlanmıştır.

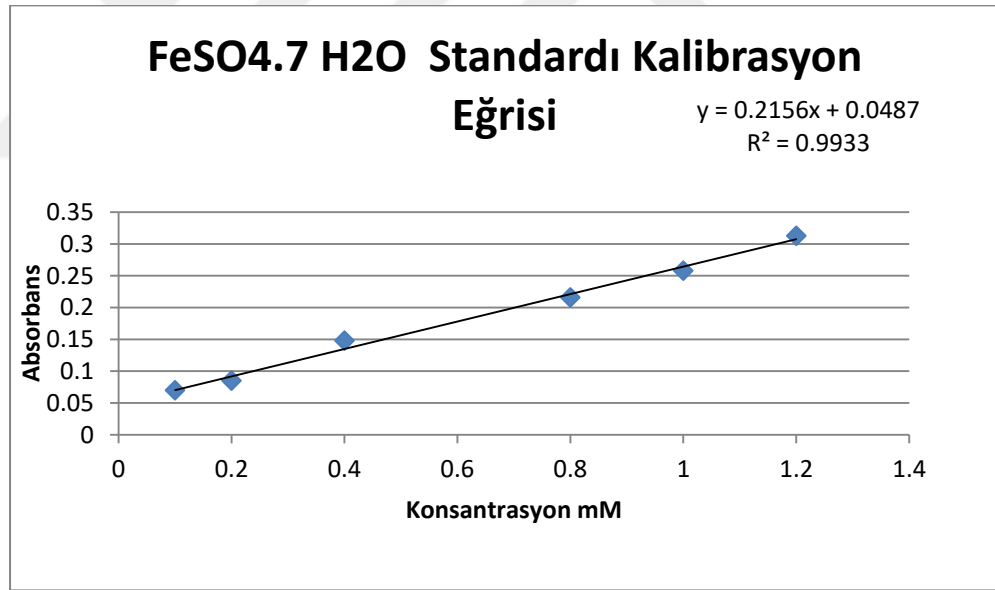
40 mM HCl çözeltisi: HCl (%37'lik)'den 3.31 mL alınarak, son hacim 100 mL olacak şekilde distile su ile tamamlanmıştır.

10 mM TPTZ çözeltisi: 0.062 g TPTZ, 20 mL HCl (40Mm) içinde 50 °C'lik su banyosunda çözündürülmüştür. Bu çözelti çalışma günü taze olarak hazırlanmıştır.

20 mM FeCl₃ çözeltisi: 0.0684 g susuz FeCl₃, son hacim 20 mL olacak şekilde distile su ile tamamlanmıştır. Bu çözelti çalışma günü taze olarak hazırlanmıştır.

FRAP reaktifi: 200 mL asetat tampon, 20 mL TPTZ çözeltisi, 20 mL FeCl₃ çözeltisi çalışmadan önce taze olarak karıştırılmıştır.

FeSO₄.7 H₂O Stok Çözeltisi: 0.278 g FeSO₄.7 H₂O tartılıp son hacim 500 mL olacak şekilde distile su ile tamamlanmıştır.



Şekil 3. 10 FeSO₄.7 H₂O Standardı Kalibrasyon Grafiği (0,1-1,2 mM)

3.7. Bisküvilerin *in vitro* Gastrointestinal Sindirimi, Sindirim Sonrası Antioksidan Aktivitesinin ve Fenolik Bileşiminin Belirlenmesi

Biyoerişilebilir toplam fenolik ve antioksidan miktarını saptamak için glutensiz bisküvilere Minekus ve ark. [51] tarafından önerilen *in vitro* sindirim modeli

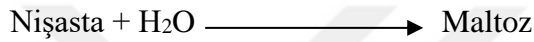
temel alınarak sindirim işlemi uygulanmıştır. Bu yöntem, simüle sindirim sıvıları ve sindirim enzimlerinin kullanıldığı bir *in vitro* sindirim yöntemidir.

3.7.1. Alfa-amilaz Enzimatik Aktivite Testi

Bu yöntemde Bernfeld [52]'ye göre, maltoz substrat olarak kullanılmış ve alfa-amilaz enzimatik aktivitesi belirlenmiştir. Kimyasallar ve hazırlanan tüm çözeltiler buz üzerinde tutulmuştur.

pH 6.9'da 20 °C'de 3 dakikada 1 ünite enzim aktivitesi ile nişastadan 1 mg maltoz hidrolizi gerçekleştirilmektedir.

Alfa-amilaz



Nişasta çözeltisinden 1 mL alınarak üç farklı test tüpüne ve kör tüpüne ilave edilmiştir. Test tüplerinin üzerine sırasıyla 0.50 mL, 0.70 mL ve 1 mL alfa amilaz standardı eklenmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra her bir test tüpüne ve kör tüpüne 1 mL renk çözeltisi eklenmiş ve 3 dakika bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda tüplerin ağzuları kapatılmış ve kaynar su banyosunda 15 dakika bekletilmiştir. Son hacim 1 mL olacak şekilde her bir test tüpüne alfa amilaz ilave edilmiştir. Son olarak 9 mL ultra saf su eklenmiş ve buzların üzerinde oda sıcaklığına gelene kadar soğutulmuştur. Kuvartz küvetler ile spektrofotometrede 540 nm de havaya karşı absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Unit/ mL enzim} = \frac{\text{mg maltoz} \times \text{df}}{\text{mL enzim}} \quad (3.11)$$

df = seyreltme faktörü

mL enzim = İlk adımda eklenen alfa amilaz standardı miktarı (mL)

Unit/ mg enzim = (Unit / mL enzim) / (mg katı / mL enzim)

3.7.2. Pepsin Enzimatik Aktivite Testi

Bu yöntemde Anson [53]'a göre, kan hemoglobini substrat olarak kullanılmış ve pepsinin enzimatik aktivitesi belirlenmiştir. Kimyasallar ve hazırlanan tüm çözeltiler buz üzerinde tutulmuştur.

Farklı konsantrasyonlarda (0.01 - 0.02 - 0.03 - 0.04 - 0.05 mg/mL) pepsin çözeltileri hazırlanmıştır. Her bir konsantrasyon için deney tüplerinde test örneği ve

kör örnek hazırlanmıştır. Test ve kör deney tüplerine öncelikle 5 mL substrat (%2.5 hemoglobin çözeltisi) eklenmiştir ve çalkalamalı inkübatörde 37⁰C' de 10 dakika bekletilmiştir. Test örneği tüplerine (kör hariç) 1 mL enzim çözeltisi eklenmiş, karıştırılmış ve çalkalamalı inkübatörde 37⁰C' de 10 dakika bekletilmiştir. Sonrasında tüm test tüplerine (kör örnek ve test örneği) 10'ar mL %5'lik TCA (trikloroasetik asit) çözeltisi eklenmiştir. Son olarak kör örneği test tüplerine de 1 mL enzim çözeltisi eklenmiş, karıştırılmış ve çalkalamalı inkübatörde 37⁰C'de 5 dakika bekletilmiştir. Hemoglobinin çökmesi için tüm test tüpleri 6000 rpm'de 30 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örnekler 0.45 µm şırınga ucu PTFE filtreden geçirilmiş ve kuvarz küvetler ile spektrofotometrede 280 nm'de havaya karşı absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Unit/mg enzim} = \frac{[(\Delta A_{280\text{test}} - \Delta A_{280\text{kör}}) \times \text{df}]}{(10) \times (1) \times (0,001)} \quad (3.12)$$

Df= seyreltme faktörü

10= denemedeki inkübasyon süresi (dk)

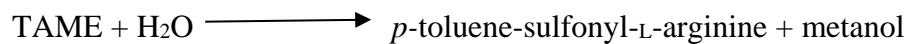
1 = eklenen enzim miktarı (mL)

0,001 = sabit (tanıma göre 37⁰C sıcaklıkta pH 2'de bir ünite enzim, bir dakikada ΔA280 değerinde 0,001'lik bir değişime yol açmaktadır.)

3.7.3. Tripsin Enzimatik Aktivite Testi

Tripsin aktivite testinde Ee ve ark. [54] yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. *p*-toluene-sulfonyl-L-arginine methyl ester (TAME) substrat olarak kullanılmış ve tripsinin enzimatik aktivitesi belirlenmiştir. Kimyasallar ve hazırlanan tüm çözeltiler buz üzerinde tutulmuştur.

pH 8.1'de ve 25⁰C'de 1 µmol TAME'nin dakikada hidrolizi, 1 ünite enzim aktivitesi ile gerçekleştirilebilmektedir.



Üç farklı konsantrasyonda (0.25 – 0.50 – 1 mg/mL) pankreatin çözeltileri hazırlanmıştır. Kör ve test örnekleri kuvarz küvetlere hazırlanmıştır. Test örnek için, 2.6 mL Tris-HCl tamponu ve 300 µl substrat (10 mM TAME) ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. 25⁰C'ye ayarlanmış olan inkübatörde 3-4 dakika bekletilmiştir. Üzerine 100 µl enzim eklenmiştir. 5 dakika boyunca her 10 saniye bir olacak şekilde

247 nm de havaya karşı absorbans değerleri okunmuştur. Kör örnekleri içinde aynı şekilde küvetin içerisine 2.6 mL Tris-HCl tamponu ve 300 µl substrat (10 mM TAME) ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. 25°C'ye gelmesi için inkübatörde 3-4 dakika bekletilmiştir. Üzerine 100 µl 1mM HCl eklenmiştir. 5 dakika boyunca her 10 saniye bir olacak şekilde 247 nm de havaya karşı absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Unit/mg enzim} = \frac{[(\Delta A_{247\text{test}} - \Delta A_{247\text{kör}}) \times 1000 \times 3]}{(540 \times X)} \quad (3.13)$$

3= reaksiyon karışımının hacmi (mL)

540 = TAME 'nin 247 nm'deki molar sönmleme katsayısı

ΔA_{247} = Lineer eğrinin eğimi (absorbans/dakika)

X = reaksiyon karışımındaki pankreatin miktarı (mg)

3.7.4. *In vitro* Sindirim Uygulaması

Simüle ağız sıvısı (Simulated Salive Fluid, SSF); 0.15 mmol/L $\text{MgCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6$, 0.06 mmol/L $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 15.1 mmol/L KCl, 3.7 mmol/L KH_2PO_4 , 13.6 mmol/L NaHCO_3 , içecek şekilde hazırlanmıştır.

Simüle mide sıvısı (Simulated Gastric Fluid, SGF) ise; 0.1 mmol/L $\text{MgCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6$, 0.5 mmol/L $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 6.9 mmol/L KCl, 0.9 mmol/L KH_2PO_4 , 47.2 mmol/L NaCl, 25 mmol/L NaHCO_3 içecek şekilde hazırlanmıştır.

Simüle ince bağırsak sıvısı (Simulated Intestinal Fluid, SIF) da; 0.33 mmol/L $\text{MgCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6$, 0.8 mmol/L KH_2PO_4 , 6.8 mmol/L KCl, 85 mmol/L NaHCO_3 , 38.4 mmol/L NaCl, içecek şekilde hazırlanmıştır.

Sindirim işleminin hemen öncesinde 0.3 mol/L $\text{CaCl}_2(\text{H}_2\text{O})_2$ hazırlanmıştır. $\text{CaCl}_2(\text{H}_2\text{O})_2$ konsantrasyonu, SSF'de 1.5 mmol/L, SGF'de 0.15 mmol/L, SIF'de ise 0.6 mmol/L bulunacak şekilde eklemeler yapılmıştır.

Ağız fazında 75 U/mL aktivitede alfa-amilaz, mide fazında 2000 U/mL aktivitede pepsin, bağırsak fazında ise 100 U/mL tripsin aktivitesinde pankreatin olacak şekilde sindirim enzimleri hazırlanmıştır. Enzimlerin aktiviteleri test edilmiş ve böylelikle kütlice kullanılacak enzim miktarları belirlenmiştir [51].

Sindirim işlemi için yağı uzaklaştırılan bisküvi örneklerinden 5 gram tartılmış ve 4 mL SSF ile karıştırılarak Waring blenderda parçalanmıştır. Örnekler 75 U/mL aktivite sağlayacak miktarda alfa-amilaz enzimi, 25 µL 0.3 M CaCl₂(H₂O)₂ eklenmiştir ve 1 M NaOH çözeltisi ile pH 7'ye ayarlanmıştır. Toplam hacim 10 mL olacak şekilde ultra saf su ile tamamlanmıştır. Çalkalamalı inkübatörde 200 rpm'de 37°C'de 2 dakika bekletilerek ağız sindirimi tamamlanmıştır.

Ağız sindirimi sonrasında hemen mide sindirimine geçilmiştir. Bunun için 10 mL ağız sindirimine maruz kalmış numuneye 8 mL SGF, 2000 U/mL aktivite sağlayacak miktarda pepsin enzimi, 5 µL 0.3 M CaCl₂(H₂O)₂ eklenmiş ve 3 M HCl ile pH 3'e ayarlanmıştır ve harcanan HCl miktarı kaydedilmiştir. Toplam hacim 20 mL olacak şekilde ultra saf su eklenmiştir. Çalkalamalı inkübatörde 200 rpm, 37°C'de 2 saat bekletilerek mide sindirimi tamamlanmıştır.

Bağırsak sindirimi, mide sindiriminden hemen sonra yapılmıştır. Mide sindirimine uğramış 20 mL numuneye 11 mL SIF, 100 U/mL tripsin aktivitesini sağlayacak miktarda pankreatin, son hacimde 10 mM olacak şekilde safra ve 40 µL 0.3 M CaCl₂(H₂O)₂ eklenmiş, 1 M NaOH ile pH 7'ye ayarlanmış ve harcanan miktar kaydedilmiştir. Toplam hacim 40 mL olacak şekilde saf su eklenmiştir. Çalkalamalı inkübatörde 200 rpm, 37°C'de 2 saat bekletilerek bağırsak sindirimi tamamlanmıştır. Sindirim sonunda ortama 150 mM Pefabloc enzim inhibitörü eklenerek enzim reaksiyonları durdurulmuştur. Sindirime uğramış örnekler 4°C'de 4000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilerek katı kısımların dibe çökmesi sağlanmıştır. Üstte kalan süpernatant kısım örnek tüplerine alınmış ve daha sonra yapılacak olan analizlere kadar -86°C'de muhafaza edilmiştir.

Analiz öncesinde ekstraktlar, 12000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiş ve üst faz 0.22 µm şırınga ucu filtreden geçirilerek analizlerde kullanılmıştır.

3.8. Bisküvilerin Duyusal Değerlendirmesi

Chia tohumu ikameli glutensiz bisküvilerin tüketici kabulünün belirlenmesi için çölyak hastası olmayan 20 panelistin (Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü akademisyen ve öğrencileri) katılımıyla duyusal değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Panelistler, glutensiz bisküvilerin duyusal değerlendirme kriterleri

hakkında bilgilendirilerek duyuşal değerlendirmeye başlanmıştır. Watts ve ark. [55] tarafından açıklanan 7 puanlı Hedonik Skala kullanılarak duyuşal değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Panelistlerden bisküvileri görünüş, koku, lezzet, doku, gevreklik, tat sonrası izlenim ve genel beğeni parametrelerini 1-7 puan arasında değerlendirmeleri istenmiştir (Şekil 3.11). Puanlamada 1=hi beğenmedim, 2=beğenmedim, 3=biraz beğenmedim, 4= ne beğendim ne beğenmedim, 5 =biraz beğendim, 6=beğendim ve 7=ok beğendim anlamına gelmektedir. Bisküvi örnekleri 3 haneli rakamlarla rastgele numaralandırılmıştır ve panelistlere rastgele sıralamayla sunulmuştur. Analiz 3 tekerrür halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel halinde gerçekleştirilmiştir.

Adı Soyadı:

Yaő:

Tarih:

Ürün Kodu	Görünüş	Tat	Lezzet	Doku	Gevreklik	Genel Beğeni

Genel puanlama:

7-Çok beğendim

6-Beğendim

5-Biraz beğendim

4-Ne beğendim ne beğenmedim

3-Biraz beğenmedim

2-Beğenmedim

1-Hiç beğenmedim

Şekil 3. 11 Hedonik test duyuşal değerlendirme formu

3.9. İstatistiksel Analiz

Proje kapsamında kontrol ve chia tohumu ikameli bisküviler 3 tekerrür halinde üretilip analizler 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Bisküvi örneklerinde renk en az 6, sertlik testi ise en az 10 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Tamamen Rastgele Desen (CR; Completely Randomized) kullanılmıştır. Örneklerin depolama öncesi ve depolama süresince kimyasal, fiziksel ve duyuşal analizler için uygulama

ortalamları varyans (ANOVA) analizi yoluyla The SAS® System (by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA: SAS Proprietary Software Release 8.2) programı kullanarak $\alpha=0.05$ önem düzeyinde (GLM ya da MIXED prosedürü ile) değerlendirilmiştir. Her bir popülasyondan gelen uygulama ortalamaları arasındaki En Küçük Anlamlı Fark (LSD) değeri 'DUNCAN Yeni Çoklu Aralık Testi' ile belirlenmiştir. Fiziksel, kimyasal, fonksiyonel, tekstürel ve duyuşal özellikler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları PROC CORR prosedürü ile belirlenmiştir.



ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1.Glutensiz Bisküvi Üretimde Kullanılan Chia Tohumu ve İşlenmiş Kırmızı Pirinç Ununa Ait Analiz Sonuçları

4.1.1.Kimyasal Bileşim

Çalışmada kullanılan zenginleştirme bileşeni olan chia tohumu ve işlenmiş kırmızı pirinç ununa ait kimyasal bileşimler Tablo 4.1.'de verilmiştir. Chia tohumunun yüksek protein, yağ, diyet lif ve kül içeriği ile besleyici özelliklere sahip fonksiyonel bir gıda ve nişasta temelli beslenen çölyaklı bireyler için potansiyel bir gıda bileşeni olabileceği belirlenmiştir.

Tablo 4. 1 Chia tohumu ve işlenmiş kırmızı pirinç ununun kimyasal bileşimi

	Nem (%)	Protein (%)	Kül (% km)	Yağ (% km)	KH (%)	Diyet Lif (%)*
Chia Tohumu	7.61±0.130	20.86±0.080	5.88±0.115	31.76±0.210	33.89±0.125	31.73±0.050
Kırmızı Pirinç Unu	10.57±0.180	10.09±0.004	3.30±0.016	2.45± 0.005	73.59±0.035	0.54±0.023

Pirinç unu için azot çevrim faktörü 5.95, chia tohumu için 6.25 olarak alınmıştır.

*Diyet lif miktarı toplam karbonhidratın içindedir.

Ancona ve ark. [21] yaptıkları çalışmada chia tohumunun nem içeriğini %6.82, kül miktarı %4.58, yağ değerini %35.13, protein miktarını %24.11 ve diyet lif içeriğini %34.46 olarak tespit edilmiştir. Coelho ve ark. [56] yaptığı çalışmada ise chia tohumunun nem içeriğini %7.50, kül miktarı %6.70, yağ değerini %11.8, protein miktarını %36.50, diyet lif içeriğini %21.4 ve karbonhidrat değeri %23.6 olarak tespit edilmiştir.

Flores ve ark. [57] yaptıkları çalışmada kırmızı pirinç ununun nem değeri % 14.63, protein miktarı %8.47, yağ miktarı %2.67, kül değeri %1.82 ve KH %80.20 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada chia tohumunun kimyasal bileşimi Ancona ve ark. [21] ile uyumlu çıkarken, yağ, protein ve diyet lif içeriği Coelho ve ark. [56] ile farklı çıkmıştır. Bunun nedeninin chia tohumunun yetiştiği coğrafi bölgeye göre farklılık

göstermesi olduğu düşünülmektedir. Kırmızı pirinç unu kimyasal kompozisyonu ise Flores ve ark. [57]'nin elde ettiği sonuçlarla uygunluk göstermektedir.

4.1.2. Su aktivitesi ve pH

Çalışmada kullanılan zenginleştirme bileşeni olan chia tohumuna ait su aktivitesi ve pH Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4. 2 Chia tohumu pH ve su aktivitesi değerleri

	Su Aktivitesi (aw)	pH
Chia Tohumu	0.59 ± 0.005	6.40 ± 0.050

Yapılan çalışmada chia tohumunun su aktivitesi değeri 0.59, pH değeri ise 6.40 olarak tespit edilmiştir. Mesias ve ark. [28] chia tohumunun su aktivite değerini 0.35, pH değerini ise 6.70 olarak belirlemiştir. Chia tohumunun su aktivitesi Mesias ve ark. [28]'dan düşük, pH sonuçları ise aynı çalışmayla uyumluluk göstermektedir.

4.1.3. Serbest Yağ Asitliği ve Peroksit Değeri

Çalışmada kullanılan zenginleştirme bileşeni olan chia tohumuna ait serbest yağ asitliği analiz sonucu %2.56 oleik asit cinsinden ve peroksit değeri ise 4.49 meqO₂/kg olarak bulunmuştur.

Penci ve ark. [58] chia yağı üzerinde gerçekleştirdikleri analizlerde chia tohumunun peroksit değerini tespit edilememiş olarak, serbest yağ asitliği değerini ise %0.13 oleik asit olarak belirtmişlerdir.

Ancona ve ark. [21] farklı bölgede yetişen chia tohumlarının yağlarını ekstrakte ederek fizikokimyasal karakterizasyonunu incelemişlerdir. Çalışmada Meksika'da yetişen chia tohumunda peroksit değeri 17.5 meqO₂/kg, Arjantin'de yetişen chia tohumunda peroksit değeri ise tespit edilemedi olarak bulunmuştur. Bu çalışmadan da yola çıkarak chia tohumu karakterizasyonu yetiştiği coğrafi bölgeye göre değişmektedir.

4.2. Chia Tohumu İkameli Glutensiz Bisküvilere Ait Analiz Sonuçları

4.2.1. Kimyasal Bileşim

Proje kapsamında farklı formülasyonlarla geliştirilen kontrol grubu ve chia tohumu ikameli glutensiz tatlı bisküvilere ait protein, kül, yağ, karbonhidrat ve diyet lif analiz sonuçları Tablo 4.3.'te, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise sırasıyla Tablo EK A.19., Tablo EK A.21., Tablo EK A.17., Tablo EK A.29., Tablo EK A.15., Tablo EK A.5.'te gösterilmiştir. Ayrıca üretilen tatlı ve tuzlu bisküvilerde rastgele seçilen 5 adet örnekte gluten miktarı <5 ppm olarak bulunmuştur.

Tablo 4. 3 Glutensiz tatlı bisküvi kimyasal analiz sonuçları

Ürün İsmi	Nem (%)	Protein (% KM)*	Kül (% KM)	Yağ (% KM)	KH (%)	Diyet Lif (%)**
Kontrol Tatlı Bisküvi	1.02±0.013 ^d	4.71 ± 0.109 ^d	1.28 ± 0.029 ^d	23.18±0.205 ^b	69.81±0.144 ^a	0.12±0.099 ^d
%10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	1.14±0.004 ^c	5.49 ± 0.039 ^c	1.53 ± 0.034 ^c	27.35±0.639 ^a	64.49±0.621 ^b	2.66±0.255 ^c
%15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	1.24±0.021 ^b	6.57 ± 0.067 ^b	1.58 ± 0.008 ^b	27.19±0.265 ^a	63.42±.368 ^c	3.84±0.283 ^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	1.35±0.028 ^a	6.79 ± 0.068 ^a	1.78 ± 0.005 ^a	27.45±0.612 ^a	62.63±0.724 ^c	6.16±0.297 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

*%Azot x 6,25

**Diyet lif miktarı toplam karbonhidratın içindedir.

Tablo 4.3 incelediğinde glutensiz tatlı bisküvilere ikame edilen chia oranı arttıkça nem, protein, kül, yağ ve diyet lif değerlerinin arttığı görülmektedir. Chia tohumu ikame oranı glutensiz tatlı bisküvilerin nem, protein, kül, yağ ve diyet lif içeriği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Farklı oranlarda chia tohumu ilave edilen glutensiz tatlı bisküvilerin nem içeriğinin kontrol grubu tatlı bisküvilerin nem içeriğinden daha yüksek ve istatistiksel açıdan farklı olduğu belirlenmiştir. Tüm glutensiz tatlı bisküviler nem içeriği bakımından istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Chia tohumunun su tutma kapasitesinin yüksek olmasından dolayı chia oranının artmasıyla bisküvilerdeki nem değerleri de artış göstermektedir.

Glutensiz tatlı bisküvilere ilave edilen chia tohumu oranının artması protein ve kül değerlerinde artış meydana getirmiştir. Bunun nedeni ise Tablo 4.1’de de görüldüğü gibi chia tohumunun protein ve kül içeriğinin kırmızı pirinç unu protein ve kül içeriğinden yüksek olmasıdır. Chia tohumu ikameli tatlı bisküvilerin tamamı protein ve kül içeriği bakımından kontrol örneğinden ve istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). %20 chia tohumu ikamesi glutensiz tatlı bisküvilerin (kontrol örneği) protein içeriğinde %44.2’lik, kül içeriğinde ise %39.1’lik bir artış sağlamıştır.

Yağ analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol grubu glutensiz tatlı bisküvi ve chia tohumu ikameli tatlı bisküviler arasında istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p<0.05$), %10, %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvilerin yağ içerikleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p>0.05$). Chia tohumu ikamesi bisküvilerin yağ içeriğinde artış sağlamıştır.

Kontrol grubu glutensiz tatlı bisküvi diyet lif içeriği %0.12, %20 chia tohumu ikameli glutensiz tatlı bisküvi %6.16 olarak bulunmuştur. Chia tohumu ikame oranı artışının diyet lif içeriği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm chia tohumu ikame edilen bisküvilerin diyet lif içeriği istatistiksel açıdan birbirinden ve kontrolden farklıdır ($p<0.05$).

Chia tohumu ikame oranının artmasıyla bisküvilerin nem, protein, kül, yağ ve diyet lif içeriğinin artması karbonhidrat içeriklerinin düşmesini sağlamıştır. Chia tohumu ikame oranının bisküvilerin karbonhidrat içeriği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$). %20 chia tohumu ikamesi glutensiz tatlı bisküvilerin karbonhidrat içeriğinde kontrol grubuna göre %10.28’lik azalış sağlamıştır.

Chia tohumu ikamesi yüksek diyet lifli, artan protein ve kül oranına sahip, buna karşılık azalan nişasta ve basit şeker içerikli glutensiz fonksiyonel bisküvilerin üretilmesini sağlamıştır.

Kontrol grubu ve chia tohumu ikameli glutensiz tuzlu bisküvilere ait nem, protein, kül, yağ, karbonhidrat ve diyet lif analiz sonuçları Tablo 4.4.'te, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise sırasıyla Tablo EK A.20., Tablo EK A.22., Tablo EK A.18., Tablo EK A.30., Tablo EK A.16., Tablo EK A.6.'da verilmiştir.

Tablo 4. 4 Glutensiz tuzlu bisküvi kimyasal analiz sonuçları

Ürün İsmi	Nem (%)	Protein (% KM)*	Kül (% KM)	Yağ (% KM)	KH (%)	Diyet Lif (%)**
Kontrol Tuzlu Bisküvi	2.55±0.059 ^d	7.10 ± 0.194 ^d	2.48 ± 0.015 ^c	21.25±0.650 ^c	66.62±0.769 ^a	0.23±0.127 ^d
% 10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	2.80±0.044 ^c	8.31 ± 0.025 ^c	2.80 ± 0.049 ^b	24.72±0.197 ^b	61.37±0.147 ^b	4.27±0.361 ^c
% 15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	3.05±0.036 ^b	9.24 ± 0.043 ^b	2.85 ± 0.044 ^b	24.76±0.342 ^b	60.01±0.742 ^b	5.95±0.276 ^b
% 20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	3.75±0.024 ^a	10.35±0.554 ^a	3.04 ± 0.009 ^a	25.74±0.571 ^a	57.12±1.171 ^c	7.42±0.269 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

*%Azot x 6,25

**Diyet lif miktarı toplam karbonhidratın içindedir.

Glutensiz tuzlu bisküvilere chia tohumu ikamesiyle nem, protein, kül, yağ ve diyet lif içeriğinde artış meydana gelmektedir. Tablo 4.4'de görüldüğü gibi chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvilerin nem, protein, kül, yağ ve diyet lif içeriği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Tuzlu bisküvi örneklerinin nem oranı %2.55 ile %3.75 aralığında değişmektedir. %20 chia tohumu ikamesi glutensiz tatlı bisküvilerin (kontrol örneği) nem içeriğinde %47'lik bir artış göstermektedir. Tatlı bisküvilerde olduğu gibi, chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvilerin nem içeriği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$). Tüm örneklerin nem içerikleri istatistiksel açıdan farklı olup chia tohumu ikame oranı arttıkça bisküvilerin nem içeriği artmaktadır.

Chia tohumu ikameli tuzlu bisküvilerin tamamı protein içeriği bakımından kontrol örneğinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). Glutensiz tuzlu bisküvi protein içeriklerinin tatlı bisküvilere göre yüksek olmasının nedeninin tuzlu bisküvi formülasyonunda kullanılan yumurta akından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kül içeriği incelendiğinde ise chia tohumu ikameli bisküviler kontrol örneğinden istatistiksel açıdan farklıken, %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküviler birbirinden farksızdır ($p>0.05$).

Yağ analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol grubu glutensiz tuzlu bisküvi ve chia tohumu ikameli tuzlu bisküviler arasında istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p<0.05$), %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvilerin yağ içerikleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p>0.05$). Chia tohumu ikamesi bisküvilerin yağ içeriğini artırmaktadır.

Glutensiz tuzlu bisküvi diyet lif analiz sonuçları incelendiğinde kontrol grubu glutensiz tuzlu bisküvi diyet lif içeriği %0.23, %20 chia tohumu ikameli glutensiz tuzlu bisküvi diyet lif içeriği %7.42 olarak tespit edilmiştir. Chia tohumu ikame oranı artışının diyet lif içeriği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Karbonhidrat analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol grubu glutensiz tuzlu bisküvi ve chia tohumu ikameli tuzlu bisküviler arasında istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p<0.05$), %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvilerin yağ içerikleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p>0.05$). %20 chia tohumu ikamesi glutensiz tuzlu bisküvilerin karbonhidrat içeriğinde kontrol grubuna göre %14.26'lık azalma

görülmektedir. Kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde tuzlu bisküvi örneklerinde de chia tohumu ikame oranı arttıkça karbonhidrat içeriği azalmaktadır.

Mesias ve ark. [28] buğday unu yerine %5, %10, %15 ve %20 oranlarında chia unu ikamesiyle ürettikleri bisküvilerin nemlerini sırasıyla %1.9 %2.0, %1.7 ve %1.7 olarak, proteinlerini sırasıyla %9.7, %10.3, %11 ve %11.7 olarak bulmuşlardır. Chianın yüksek protein içeriğinden dolayı bisküvilerde chia oranı arttıkça protein değeri de artış göstermektedir. Chia oranı artışı yağ oranında da artış meydana getirmiştir. (Sırasıyla yağ analiz sonuçları, %15.5, %17.1, %19.4, %21.1). Bisküvilerin diyet lif içeriği chia tohumu oranı arttıkça artmıştır. %5, 10, 15 ve 20 oranında chia tohumu eklenen bisküvilerde diyet lif içerikleri sırasıyla %9.5, 12.5, 16.8, 20.7 olarak bulunmuştur.

Coelho ve ark. [18]'nin yaptığı çalışmada chia tohumu ilavesiyle geliştirilen ekmeklerin besin değeri artmıştır. Formülasyonlara chia tohumunun dahil edilmesi ekmeklerin kül, diyet lif ve yağ seviyelerini arttırmıştır ($p < 0.05$) ve kontrol ekmeğine kıyasla karbonhidrat içeriğini düşürmüştür ($p < 0.05$).

Borneo ve ark. [59] farklı oranlarda (%2.5, %5, %10) chia unu ekleyerek makarna üretimi gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada buğday makarnasına chia unu ilavesinin takviye edilmemiş makarnayla karşılaştırıldığında çeşitli beslenme özelliklerinde belirgin bir iyileşme sağladığı sonucuna varılmıştır. Chia oranı arttıkça makarnanın toplam diyet lifi oranı artmaktadır. Kontrol, %2.5, %5 ve %10 chia unu ilave edilmiş makarnaların sırasıyla toplam diyet lif içeriği, %2.86, %4.53, %4.89, %9.08 olarak, protein içeriği %11.04, %11.28, %11.72, %12.66 olarak tespit edilmiştir.

4.2.2. Fiziksel Özellikler

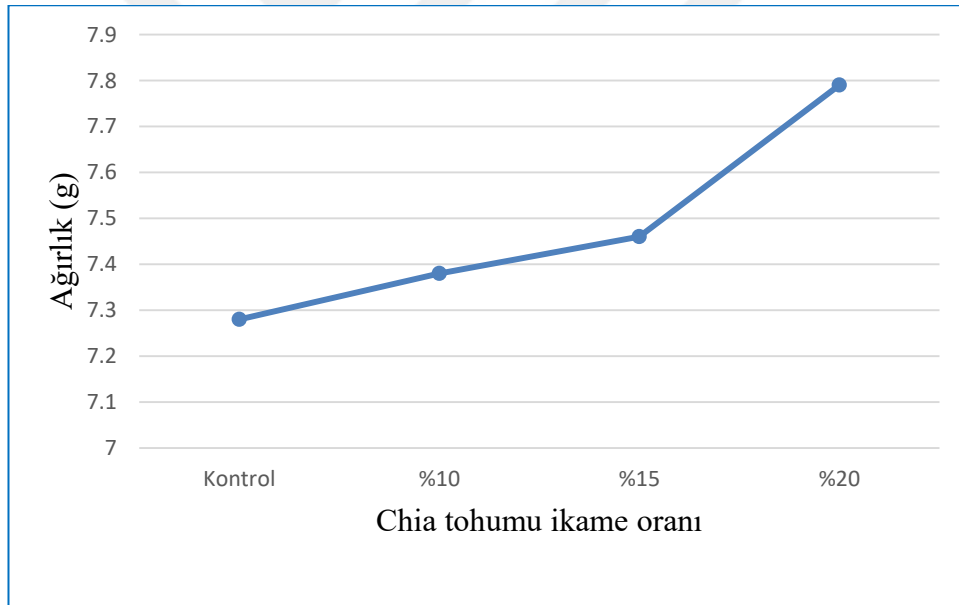
Üretilen glutensiz tatlı bisküvilere ait ağırlık, çap, kalınlık, yayılma faktörü ve yayılma oranı ölçüm sonuçları Tablo 4.5.'de, grafikleri Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise sırasıyla Tablo EK A.1., Tablo EK A.3., Tablo EK A.13., Tablo EK A.31., Tablo EK A.33.'te verilmiştir.

Tablo 4. 5 Glutensiz tatlı bisküvi fiziksel analiz sonuçları

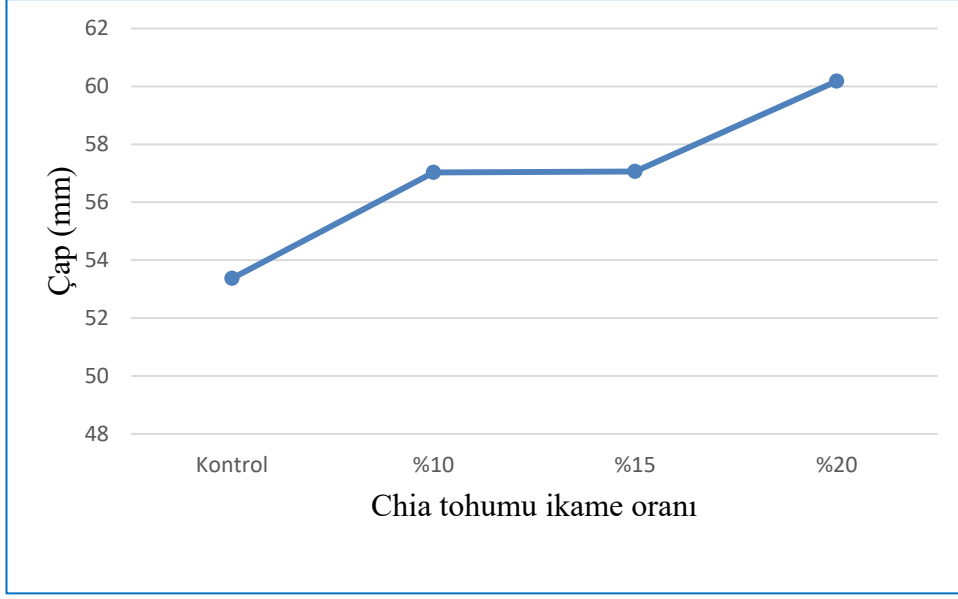
Ürün İsmi	Ağırlık (g)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayıma Oranı	Yayıma Faktörü
Kontrol Tatlı Bisküvi	7.28 ± 0.193 ^c	53.37± 0.012 ^c	2.86 ± 0.022 ^c	18.66 ± 0.214 ^c	1.00
%10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	7.38 ± 0.389 ^{bc}	57.03± 0.005 ^b	2.97 ± 0.014 ^b	19.20 ± 0.004 ^b	1.03 ± 0.010 ^{ab}
%15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	7.46 ± 0.162 ^b	57.06± 0.005 ^b	3.00 ± 0.011 ^b	19.09 ± 0.014 ^b	1.03 ± 0.006 ^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	7.79 ± 0.549 ^a	60.18± 0.028 ^a	3.05 ± 0.023 ^a	19.73 ± 0.026 ^a	1.06± 0.028 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 5 paralel ölçüm ortalamasıdır.

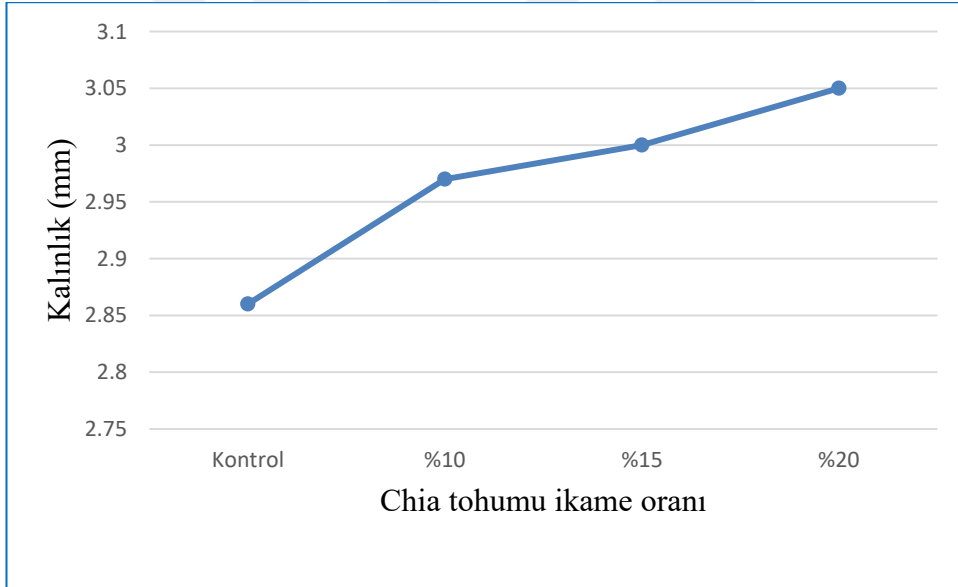
Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 1 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi ağırlıkları üzerine etkisi



Şekil 4. 2 Chia tohumu ikame oranının glutenli tatlı bisküvi çap üzerine etkisi



Şekil 4. 3 Chia tohumu ikame oranının glutenli tatlı bisküvi kalınlıkları üzerine etkisi

Chia tohumu ikameli tatlı bisküvilerin ağırlık değerleri chia tohumu ikame oranı arttıkça artmaktadır. En düşük değer kontrol grubu bisküvi örneği (7.28 g) iken en yüksek değer %20 chia tohumu ikameli bisküvi (7.79 g) örneğindedir. Chia tohumu ikame edilen bisküvilerin ağırlıkları istatistiksel açıdan kontrolden farklı ($p < 0.05$),

%10 ve %15 chia tohumu ikameli glutensiz bisküvilerin ağırlıkları istatistiksel açıdan birbirinden farksızdır ($p>0.05$).

Kontrol grubu glutensiz tatlı bisküvi ve chia tohumu ikameli tatlı bisküviler arasında çap değerlerinde istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p<0.05$), %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvilerin çapları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p>0.05$). Chia tohumu ikamesi bisküvilerde çap artışını sağlamıştır. Glutensiz tatlı bisküvilerde çaptaki fazla artışın sebebinin pudra şekeri kullanımından dolayı olduğu düşünülmektedir. Çapı en fazla olan ürün %20 chia ikameli glutensiz tatlı bisküvidir.

Glutensiz tatlı bisküvi örneklerinde chia tohumu ikamesinin artmasıyla kalınlıkta artış gözlenmiştir. %20 chia tohumu ikamesi glutensiz tatlı bisküvilerin (kontrol örneği) kalınlığında %6.64'lük bir artış sağlanmıştır. Kontrol grubu glutensiz tatlı bisküvi ve chia tohumu ikameli tatlı bisküviler arasında çap değerlerinde istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p<0.05$), %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvilerin çapları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p>0.05$).

Chia tohumu ikame oranının artmasıyla çap ve kalınlıkta artışın olması yayılma oranı ve yayılma faktörünün de artmasını sağlamıştır. En fazla yayılma oranı ve yayılma faktörü olan ürün %20 chia tohumu ikameli glutensiz tatlı bisküvidir. Chia tohumu ikame edilen bisküvilerin yayılma oranı istatistiksel açıdan kontrolden farklıdır. Ancak %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvilerin yayılma oranı istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$). Yayılma faktörü incelendiğinde chia tohumu ikameli bisküvilerin istatistiksel açıdan birbirinden farksız olduğu görülmektedir ($p>0.05$).

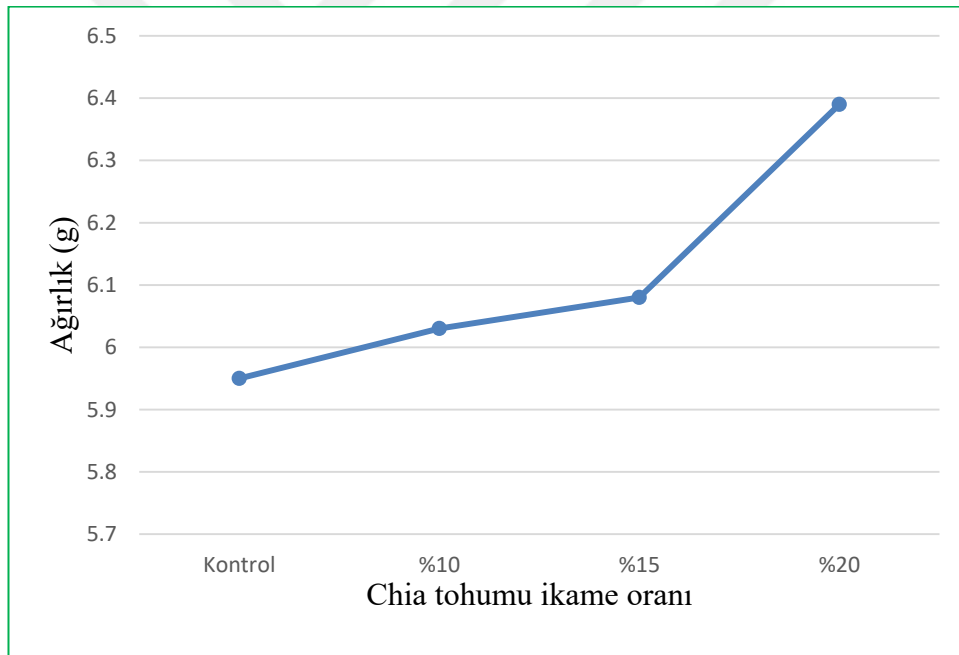
Kontrol grubu ve farklı oranlarda chia tohumu ikame edilen glutensiz tuzlu bisküvilere ait ağırlık, çap, kalınlık, yayılma faktörü ve yayılma oranı sonuçları Tablo 4.6.'da, grafikleri Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise sırasıyla Tablo EK A.2., Tablo EK A.4., Tablo EK A.14., Tablo EK A.32., Tablo EK A.34.'te verilmiştir.

Tablo 4. 6 Glutensiz tuzlu bisküvi fiziksel analiz sonuçları

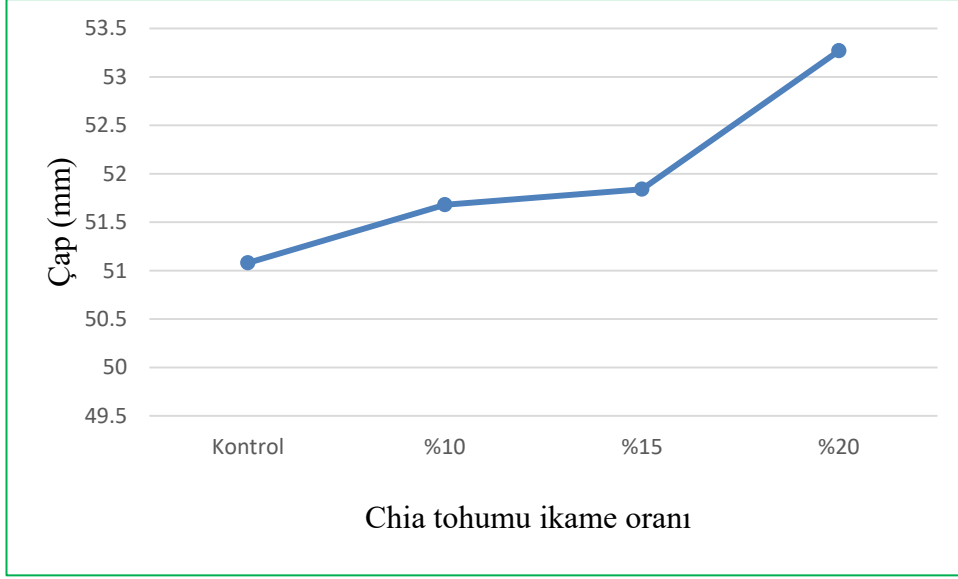
Ürün İsmi	Ağırlık (g)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayıma Oranı	Yayıma Faktörü
Kontrol Tuzlu Bisküvi	5.95 ± 0.118 ^c	51.08 ± 0.026 ^c	2.92 ± 0.010 ^c	17.49 ± 0.003 ^{ab}	1.00
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	6.03 ± 0.172 ^b	51.68 ± 0.006 ^b	2.92 ± 0.005 ^c	17.70 ± 0.011 ^a	1.01 ± 0.006 ^a
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	6.08 ± 0.112 ^b	51.84 ± 0.014 ^b	2.96 ± 0.007 ^b	17.51 ± 0.015 ^{ab}	1.00 ± 0.009 ^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	6.39 ± 0.619 ^a	53.27 ± 0.024 ^a	3.07 ± 0.009 ^a	17.35 ± 0.013 ^b	0.99 ± 0.006 ^b

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 5 paralel ölçüm ortalamasıdır.

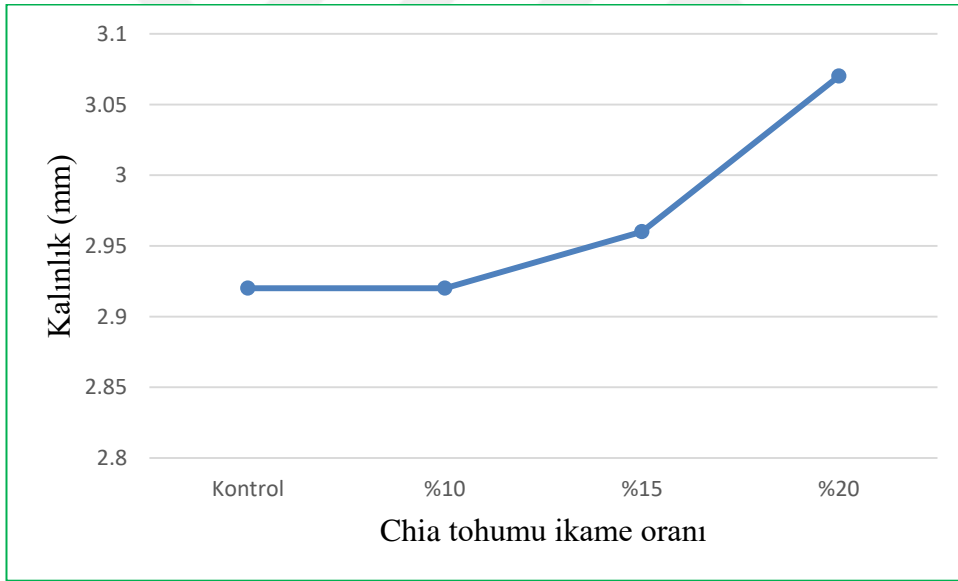
Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 4 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi ağırlık üzerine etkisi



Şekil 4. 5 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi çap üzerine etkisi



Şekil 4. 6 Chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi kalınlık üzerine etkisi

Chia tohumu ikameli tuzlu bisküvilerin ağırlık değerleri chia tohumu ikame oranının artmasıyla artış göstermektedir. Chia tohumu ikame edilen bisküvilerin ağırlıkları kontrol grubundan istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p < 0.05$), %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvilerin ağırlıkları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p > 0.05$).

Kontrol grubu glutensiz tuzlu bisküvi ve chia tohumu ikameli tuzlu bisküviler arasında çap değerlerinde istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p<0.05$), %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvilerin çapları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p>0.05$). Chia tohumu ikamesi bisküvilerde çap artışını sağlamıştır.

Bisküvilerde istenmeyen özelliklerden olan fazla kabarma, kalınlıkla doğru orantılıdır. Kalınlık değerleri yüksek çıkan glutensiz tuzlu bisküvilerde tatlı bisküvilere göre daha fazla kabarma olduğu görülmektedir. Fakat ürünler glutensiz olduğundan normal bisküvilere göre daha az kabarmaya için elde edilen sonuçlar yapılan diğer araştırmalara göre daha düşük çıkmaktadır. Mamat ve ark. [60] gerçekleştirdiği çalışmada tatlı bisküvi kalınlık değerleri 5.36 ile 6.23 mm arasında değişmektedir. %10 chia tohumu ikameli glutensiz tuzlu bisküvilerin kontrol grubu örneği ile arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p>0.05$). %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküviler ise istatistiksel açıdan birbirinden ve kontrolden farklıdır ($p<0.05$).

Chia tohumu ikame oranının artması glutensiz tuzlu bisküvilerinde çap ve kalınlıkta artışını sağlamıştır. Bu durum yayılma oranı ve yayılma faktörünün de artış meydana getirmektedir. En fazla yayılma oranı olan ürün %10 chia tohumu ikameli glutensiz tuzlu bisküvidir. Chia tohumu ikame edilen bisküvilerin yayılma oranı istatistiksel açıdan kontrolden farklı ($p<0.05$), %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvilerin yayılma oranı istatistiksel açıdan birbirinden farksızdır ($p>0.05$). Yayılma faktörü incelendiğinde %10 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvilerin istatistiksel açıdan diğerlerinden farklı olduğu, %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvilerin ise birbiriyle aynı olduğu görülmektedir.

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin çaplarının chia tohumu ikame oranı ile ilişkisi incelenmiş ve tatlı ve tuzlu bisküvilerin çap ve chia tohumu ikame oranı arasında pozitif yüksek korelasyon (sırasıyla $r=0.96$, $r=0.88$) bulunmuştur. Chia tohumu ikame oranının artması glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerde çap artışına neden olmuştur. Ayrıca Tablo 4.5 ve Tablo 4.6 incelendiğinde çapı artan bisküvilerin kalınlık ve ağırlıklarında da artış olduğu görülmektedir. Ayrı ayrı korelasyonları incelendiğinde, glutensiz tatlı bisküvilerin çap ve ağırlıkları arasında pozitif yüksek korelasyon ($r=0.91$), çap ve kalınlıkları arasında pozitif yüksek korelasyon ($r=0.99$); tuzlu bisküvilerin çap ve ağırlıkları arasında pozitif yüksek korelasyon ($r=0.99$) tespit

edilmiştir. Bu veriler tatlı ve tuzlu bisküviler için sırasıyla Tablo EK B.3 ve Tablo EK B.4’de belirtilmiştir.

Yamazaki ve ark. [61] hidrofilik bir bileşen bisküvi formülasyonuna dahil edildiğinde yayılma faktörünün azaldığını ifade etmiştir. Chia tohumu ikame oranının artmasıyla nem miktarında artış olduğu göz önüne alınırsa chianın hidrofilik yapıda olduğu ve Yamazaki ve ark. [61]’nin ifadesine benzer şekilde glutensiz tuzlu bisküvilerde yayılma faktöründe azalmaya neden olduğu söylenebilir.

Awan ve ark. [62], protein miktarının artmasıyla kalınlığın arttığını ve bu durumun da bisküvilerde yayılma faktörü ve çapta azalma sağladığını belirtmişlerdir. Fakat tatlı ve tuzlu bisküvilerde chia tohumu ikame oranı arttıkça artan protein oranı bisküvilerin kalınlıklarını artırmasının yanı sıra çapında da artışa neden olmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar bu görüşe tam olarak uymamaktadır.

Mamat ve ark. [60] farklı çay türleri kullanarak hazırladıkları bisküvilerin fizikokimyasal analizlerini inceledikleri çalışmada bisküvilerin kalınlıkların, ısı denatürasyon ve buharın etkisiyle genişlemesinden kaynaklandığını savunmuştur. Bu nedenle, hamurun pişirme kısmında düşük sıcaklıkların kullanılması önemli ölçüde daha kalın nihai ürünler üretecektir. Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküviler incelendiğinde tatlı bisküviler daha düşük sıcaklıkta pişirildiği için tuzlu bisküvilere göre kalınlıkları daha yüksek bulunmuştur. Bu durum Mamat ve ark. [60] yaptığı çalışmayla uyumluluk göstermektedir.

4.2.3. Renk

Renk, gıdalarda tüketicinin kabul edilebilirlik kriterini belirleyen faktörlerden biridir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan renk ölçüm sistemi CIE Lab Renk Skalasıdır. Bu skalaya göre, L^* değeri aydınlığı ve koyuluğu, a^* değeri kırmızılığı-yeşilliği, b^* değeri ise sarılığını-maviliğini ifade etmektedir.

Çalışma kapsamında üretilen glutensiz tatlı bisküvi L^* , a^* ve b^* renk analiz sonuçları Tablo 4.7’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise sırasıyla Tablo EK A.23., Tablo EK A.24. ve Tablo EK A.25.’de verilmiştir.

Tablo 4. 7 Glutensiz tatlı bisküvi renk analiz sonuçları

Ürün İsmi	L^*	a^*	b^*
Kontrol Tatlı Bisküvi	58.16 ± 0.042^a	9.28 ± 0.087^a	27.20 ± 0.134^a
% 10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	57.09 ± 1.367^a	7.89 ± 0.213^b	25.77 ± 0.601^{ab}
% 15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	54.96 ± 0.468^b	8.07 ± 1.305^{ab}	24.46 ± 1.782^{bc}
% 20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	46.72 ± 1.061^c	8.93 ± 0.488^{ab}	22.55 ± 1.454^c

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 6 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Chia tohumu ikameli tatlı bisküviler istatistiksel olarak incelendiğinde, kontrol grubu ve % 10 chia tohumu ikameli bisküvi L^* değeri birbirinden farksızken, %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvilerden istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$). Tablo 4.7 incelendiğinde glutensiz tatlı bisküvilerde chia tohumu ikame oranı arttıkça L^* değerinde azalma meydana gelmiştir. Bu da chia tohumunun siyah renginden dolayı beklenen bir durumdur.

Farklı oranlarda chia tohumu ilave edilen glutensiz tatlı bisküvilerin a^* değerleri incelendiğinde, kontrol grubu tatlı bisküvi a^* değerinin %10 chia tohumu ikameli bisküvi a^* değerinden istatistiksel açıdan farklı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvilerin a^* değerleri üzerine etkisi kontrol örneğinden ve birbirinden istatistiksel olarak farksızdır ($p > 0.05$). Bu durum chia tohumu miktarının %10 oranından fazlası için a^* değeri üzerine etkisinin önemsiz olduğunu göstermektedir.

Renk analizinde b^* değeri sarılığın-maviliğin bir ölçüsüdür. Değerin (+)'ya gitmesi sarılığı; (-)'ye gitmesi maviliği göstermektedir. Kontrol grubu tatlı bisküvi b^* değeri %20 chia tohumu ikameli bisküvi b^* değerinden istatistiksel açıdan farklıdır ($p < 0.05$). %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvilerin b^* değerleri üzerine etkisi kontrol örneğinden ve birbirinden istatistiksel olarak farksızdır ($p > 0.05$). En düşük b^* değeri %20 chia tohumu ikameli glutensiz tatlı bisküvide tespit edilmiştir.

Üretilen glutensiz tuzlu bisküvi L^* , a^* ve b^* renk analiz sonuçları Tablo 4.8’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise sırasıyla Tablo EK A.26., Tablo EK A.27. ve Tablo EK A.28.’de verilmiştir.

Tablo 4. 8 Glutensiz tuzlu bisküvi renk analiz sonuçları

Ürün İsmi	L^*	a^*	b^*
Kontrol Tuzlu Bisküvi	66.72 ± 2.532 ^a	7.98 ± 1.022 ^a	30.44 ± 1.469 ^a
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	58.06 ± 2.234 ^b	8.87 ± 0.808 ^a	28.98 ± 0.928 ^{ab}
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	52.03 ± 0.813 ^c	9.21 ± 1.105 ^a	27.29 ± 1.098 ^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	52.31 ± 1.879 ^c	8.41 ± 0.665 ^a	26.96 ± 1.574 ^b

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 6 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Glutensiz tuzlu bisküvi L^* değerlerine bakıldığında, tatlı bisküvilerde olduğu gibi chia tohumu ikame oranı arttıkça azalma meydana gelmektedir. Bu durum chia tohumu oranının glutensiz tuzlu bisküvi L^* değerleri üzerine etkisinin de istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$). Chia tohumu ikameli tuzlu bisküviler istatistiksel açıdan kontrolden farklı olmakla birlikte %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküviler arasında istatistiksel açıdan fark yoktur.

Glutensiz tuzlu bisküvi a^* değerlerine bakıldığında kullanılan chia tohumu oranının etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Glutensiz tuzlu bisküvi b^* değerleri incelendiğinde, %10 chia ikameli bisküvinin kontrol grubu, %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvi örneklerinden istatistiksel açıdan farksız olduğu belirlenmiştir. Ancak %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvilerin kontrolden farklı ve birbiriyle aynı olduğu görülmektedir. Bu durum chia tohumunun artan ikame oranlarının bisküvilerin sarılık değerlerinde önemli bir fark yaratmadığının göstergesidir.

Literatürde chia tohumu veya ununun kullanıldığı çalışmalarda son ürünlerin L^* , a^* ve b^* değerlerinde çalışmamızda aldığımız sonuçlara benzer şekilde azalma tespit edilmiştir. Mesias ve ark. [28] chia unu ve buğday unu karışımıyla bisküvi üretimi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada chia-un oranı arttıkça L^* , a^* ve b^* değerlerinde azalma meydana gelmektedir. Tablo 4.7. ve Tablo 4.8.'de görüldüğü gibi yapılan bu çalışmada da chia oranı arttıkça L^* ve b^* değerlerinde azalma görülmüştür.

Zhu ve Chan [63] farklı chia tohumu oranları kullanarak ürettikleri ekmeklerde chia tohumu miktarının 0 g/kg'dan 300g/kg'a artmasıyla L^* (81'den 68'e) ve b^* (16.0'dan 10.1'e) değerlerinde azalma tespit etmişlerdir. Chia ikamesi a^* (0.64'den 0.69'a) değerini ise biraz artırmıştır. Bu durumun tohumların dengesiz dağılımından kaynaklandığını savunmuşlardır. Çünkü chia tohumları doğal olarak kara lekeden beyaza doğru çeşitli renklerde bulunmaktadır. Fernandes ve Mellado [64] margarin yerine farklı chia tohumu oranları ile ürettikleri keklerde chia tohumunun renk üzerine etkisini incelemişlerdir. 50°C'de kurutulan ve %25, 50, 75, 100 oranlarında chia müsilağı ilave edilen keklerin L^* , a^* ve b^* değerlerinde istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu değerler sırasıyla chia tohumu ikameli keklerde 38.66'dan 37.39'a, 13.05'den 12.14'e, 18.37'den 14.56'a düşmüştür. Araştırmacılar keklerin iç rengini etkileyen faktörün koyu renginden dolayı chia unu ilavesi olduğunu, chia unu ilavesi ile keklerin renk değerlerinde düşüş gözlemlendiğini ifade etmişlerdir.

4.2.4 Toplam Fenolik Madde Analizi

Fenolik bileşikler daha yaygın adıyla kullanılan polifenoller, lipit köklerini kararlı hale dönüştürür ve zincir tepkimesini kırarak birincil antioksidan olarak görev yapar [65]. En basit polifenol ise bir hidroksil grubu içeren benzendir [66]. Fenolik bileşikler birçok tahılda, bitkide ve hububat ürünlerinde bulunur. Özellikle de tanenin kepek tabaklarında yoğunlaşır [67].

Fenolik bileşikler, düşük konsantrasyonlarda, antioksidan görevi görebilir ve yiyecekleri oksidatif bozulmalara karşı koruyabilir. Bununla birlikte, yüksek konsantrasyonlarda fenolik bileşikler veya oksidasyon ürünleri proteinler, karbonhidratlar ve minerallerle etkileşime girebilir [68].

Fenolik maddesi yüksek olan diyetlerin kanser ve kardiyovasküler gibi bazı hastalıkları etkilediği ve oranlarında azaltma sağladığı belirtilmiştir [69]. Bu nedenle son yıllarda fenolik madde içeriği yüksek olan ürünlerle ilgili çalışmalar artırılmıştır. Ürünlerin fenolik madde miktarları hasat zamanı, çevresel faktörler, işleme yöntemi, depolama koşulları gibi bazı dış etkenlere göre farklılık göstermektedir [70]. Chia tohumu da fenolik madde içeriği yüksek olan ürün grupları arasında yer almaktadır [71,72].

Çalışmamızda chia tohumunun toplam fenolik madde ve antioksidan etkinliği incelenmiştir. Farklı oranlarda chia tohumu ikame edilen glutensiz tatlı bisküvilerin toplam fenolik madde sonuçları Tablo 4.9'da belirtilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo EK A.9'da verilmiştir.

Tablo 4. 9 Glutensiz tatlı bisküvilerin toplam fenolik madde analiz sonuçları

Ürün İsmi	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/ g)
Kontrol Tatlı Bisküvi	0.71 ± 0.019 ^d
% 10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	0.85 ± 0.010 ^c
% 15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	1.05 ± 0.008 ^b
% 20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	1.24 ± 0.010 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi toplam fenolik madde üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Chia tohumu ikameli bisküvilerin tamamı kontrolden ve birbirinden istatistiksel olarak farklı ve yüksektir. Chia tohumu ikame oranının artması tatlı bisküvilerde toplam fenolik maddeyi artırmıştır. En düşük toplam fenolik maddeye sahip kontrol grubu bisküvi, en yüksek ise %20 chia tohumu ikameli bisküvidir.

Farklı oranlarda chia tohumu ikame edilen glutensiz tuzlu bisküvilerin toplam fenolik madde sonuçları ise Tablo 4.10'da gösterilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo EK A.10'da verilmiştir.

Tablo 4. 10 Glutensiz tuzlu bisküvilerin toplam fenolik madde analiz sonuçları

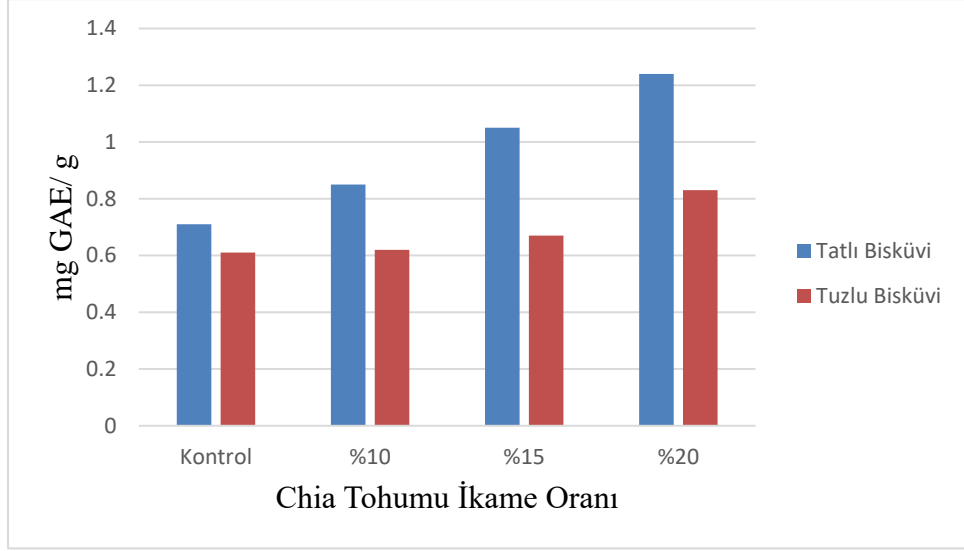
Ürün İsmi	Toplam Fenolik (mg GAE/ g)
Kontrol Tuzlu Bisküvi	0.61 ± 0.006 ^c
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	0.62 ± 0.006 ^c
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	0.67 ± 0.008 ^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	0.83 ± 0.013 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Tablo 4.10'da yer alan glutensiz tuzlu bisküvi toplam fenolik madde sonuçları incelendiğinde chia tohumu ikame oranının artması toplam fenolik maddeyi artırmıştır. Ancak, kontrol grubu ve %10 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi arasında istatistiksel açıdan fark bulunamamıştır. %15 ve 20 chia tohumu ikameli bisküvilerde ise chia tohumu ikame oranı artması istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En düşük toplam fenolik maddeye sahip kontrol grubu bisküvi, en yüksek ise %20 chia tohumu ikameli bisküvi olarak tespit edilmiştir. Tatlı bisküvilerin toplam fenolik maddesi tuzlu bisküvilere göre daha yüksektir.

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin artan chia tohumu ikame oranı ile değişen toplam fenolik madde Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 7 Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin toplam fenolik madde değişimi

Sonuçlarımız Tüfekçi ve ark. [73]'nin yaptığı çalışma ile uyum içindedir. Araştırmacılar çalışmada chia tohumu ilaveli galetaların toplam fenolik maddesinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli artış gösterdiğini bildirmiştir ($p < 0.05$). Kontrol grubu galetada toplam fenolik madde içeriği 64.12 mg GAE/100g, %5 chia tohumu ilaveli galetada 82.79 mg GAE/100g, %10 chia tohumu ilaveli galetada 89.56 mg GAE/100g olarak bulunmuştur. Diğer yandan, Fares ve ark. [74] chia tohumu ekleyerek oluşturduğu makarna formülasyonunda chia oranının artmasıyla, makarnanın toplam fenolik madde içeriğinin arttığını bildirmiştir. Kontrol grubunda 11.83 $\mu\text{g/g}$, %5 chia tohumlu makarna 123.53 $\mu\text{g/g}$, %20 chia tohumlu makarna ise 186.80 $\mu\text{g/g}$ toplam fenolik madde içerdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada alınan sonuçlar elde ettiğimiz bulgulardan düşüktür.

4.2.5 DPPH

DPPH radikali, yalnızca organik ortamda, özellikle etanolde çözünebilen biyolojik bir radikaldir [75]. Bu radikal, tekli bileşiklerin ve ayrıca farklı bitki özlerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır [76]. DPPH çözeltisi mordur ve içeriğinde antioksidana sahip bileşiklerle etkileştiğinde rengi değişerek sarıya döner. Bu değişikliğin derecesi ise içerisinde bulunan antioksidan konsantrasyonuyla orantılıdır [77]. Bu yöntem renk değişimine bağlı olarak ölçüldüğü için spektrometrik bir yöntemdir. Belirlenen absorbans değerinde azalma ne kadar yüksekse ürünün radikal yakalama aktivitesi de o kadar yüksektir [78].

Doğal antioksidanlar, dışarıdan besinle alınan ve organizma tarafından sentezlenen olarak iki türe sahiptir. Vücudun sentezlediği antioksidanlar, yaşın ilerlemesiyle birlikte azalmaktadır. Bu durumda ise dışarıdan besinle alınan antioksidanların iyi bir alternatif olacağı düşünülmektedir [79]. En önemli kaynağı sebze ve meyve olan bitkisel antioksidanların yanı sıra hayvansal ürünler ve bazı enzimler de doğal antioksidan sınıfına girmektedir. Fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi yüksek olan besinlerin tüketimi, oksidatif stresi azalttığı ve sağlık üzerine olumlu etki gösterdiği bilinmektedir.

Glutensiz tatlı bisküvilere farklı oranlarda ilave edilen chia tohumunun DPPH radikali süpürme aktivitesine ait sonuçlar sırasıyla Tablo 4.11’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.7’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 11 Glutensiz tatlı bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçları

Ürün İsmi	DPPH (μ mol Troloks Eşdeğeri/ g kuru örnek)
Kontrol Tatlı Bisküvi	2.58 ± 0.126^d
% 10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	3.07 ± 0.189^c
% 15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	3.41 ± 0.051^b
% 20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	3.74 ± 0.000^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Tablo 4.11 incelendiğinde chia tohumu ikame oranının artması tatlı bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesini artırmıştır. En düşük DPPH radikali süpürme aktivitesine sahip kontrol grubu bisküvi, en yüksek ise %20 chia tohumu ikameli bisküvi olarak tespit edilmiştir. Artan chia tohumu ikame oranı glutensiz tatlı bisküvi DPPH radikali süpürme aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Farklı oranlarda chia tohumu ikame edilen glutensiz tuzlu bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesine ait analiz sonuçları Tablo 4.12’de belirtilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.8’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 12 Glutensiz tuzlu bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçları

Ürün İsmi	DPPH (μmol Troloks Eşdeğeri/ g kuru örnek)
Kontrol Tuzlu Bisküvi	2.22 ± 0.126^d
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	2.58 ± 0.089^c
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	3.41 ± 0.136^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	3.68 ± 0.051^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

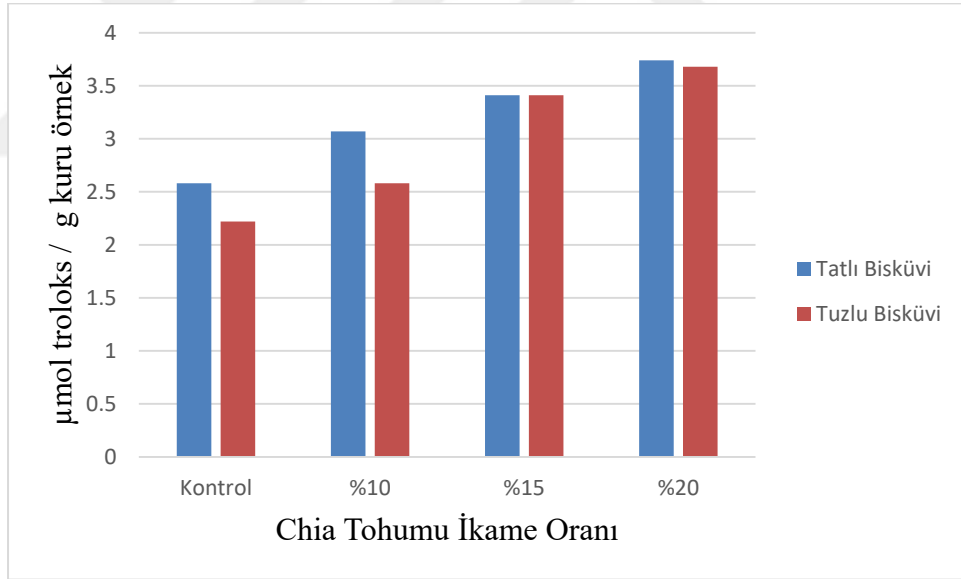
Tablo 4.12’de görüldüğü gibi chia tohumu ikame oranının artması tuzlu bisküvilerinde DPPH radikali süpürme aktivitesini artırmıştır. En düşük DPPH radikali süpürme aktivitesine sahip kontrol grubu bisküvi, en yüksek ise %20 chia tohumu ikameli bisküvi olduğu görülmektedir. Artan chia tohumu oranının glutensiz tuzlu bisküvi DPPH radikali süpürme aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Tatlı bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesi tuzlu bisküvilere göre daha yüksektir. Toplam fenolik madde miktarı yüksek olan tatlı bisküvilerin antioksidan içeriğinin de yüksek olması beklenen bir durumdur.

Örneklerin antioksidan aktivitesi değerlerinin yüksek bulunmasına bağlı olarak chia tohumu antioksidanca zengin bir ürün olduğunu söylemek doğru olacaktır. Nitekim, Maróstica ve ark. [80] yaptıkları çalışmada chia tohumunun DPPH radikali süpürme aktivitesini $436.61 \mu\text{mol}$ Troloks / g olarak tespit etmişlerdir. Antioksidan özelliğine sahip ürünlerin yağların oksidasyonunu yavaşlattığı veya engellediği bilinmektedir. Antioksidan aktivitesi belirlemede kullandığımız DPPH ile yağların oksidasyon düzeyini belirlemede kullandığımız peroksit analizi ve serbest yağ asitliği arasındaki ilişkiyi incelersek, tatlı bisküvi için DPPH-peroksit arasında ($r = -0.98$) ve

DPPH-serbest yağ asitliği arasında ($r=-0.79$) negatif yüksek korelasyon bulunmuştur. Bu durum glutensiz tatlı bisküvilerde DPPH radikali süpürme aktivitesinin artmasından dolayı oksidasyonun azaldığını göstermektedir.

Tüfekçi ve ark. [73] %5 ve %10 oranında chia tohumu ikamesiyle galeta üretmişler ve galetaların fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada kontrol grubu galeta DPPH 4.48 $\mu\text{mol TE} / 100 \text{ g}$, %5 chia tohumu ikameli galetaların DPPH 8.09 $\mu\text{mol TE} / 100 \text{ g}$ ve %10 chia tohumu ikameli galetaların DPPH 9.89 $\mu\text{mol TE} / 100 \text{ g}$ olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda alınan sonuçlara benzer şekilde, galeta formülasyonuna eklenen %5 ve 10 oranında chia tohumu ilavesinin toplam antioksidan aktivite miktarında artış sağladığını bildirmişlerdir.

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin artan chia ikame oranı ile değişen DPPH radikali süpürme aktivitesi Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 8 Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesindeki değişim

4.2.6 FRAP

Çalışma kapsamında üretilen glutensiz tatlı bisküvilerin FRAP analiz sonuçları Tablo 4.13’de belirtilmiştir. Tatlı bisküvilere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo EK A.11’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 13 Glutensiz tatlı bisküvilerin FRAP analiz sonuçları

Ürün İsmi	FRAP ($\mu\text{mol Fe(II)/g}$ kuru madde)
Kontrol Tatlı Bisküvi	10.22 ± 0.256^d
% 10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	12.47 ± 0.203^c
% 15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	16.00 ± 0.140^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	17.74 ± 0.188^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Chia tohumu ilavesiyle üretilen glutensiz tatlı bisküvi ekstraktlarının demir iyonu indirgeyici antioksidan güçleri (FRAP) incelendiğinde, chia tohumu ikame oranının bisküvilerin FRAP üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.05$). Chia tohumu ikameli bisküvilerin tamamı kontrolden ve birbirinden istatistiksel olarak farklı ve yüksektir. En düşük değer kontrol grubu bisküvi örneklerinde ($10.22 \mu\text{mol Fe(II)/g}$ kuru madde), en yüksek değer ise %20 chia tohumu ikameli tatlı bisküvi örneklerinde ($17.74 \mu\text{mol Fe(II)/g}$ kuru madde) elde edilmiştir. Chia ikamesi ile bisküvilerin demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü kontrole göre %22 - %73 arasında artış göstermiştir.

Chia tohumu ikame edilen glutensiz tuzlu bisküvi FRAP sonuçları Tablo 4.14'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo EK A.12 'de verilmiştir.

Tablo 4. 14 Glutensiz tuzlu bisküvilerin FRAP sonuçları

Ürün İsmi	FRAP ($\mu\text{mol Fe(II)/g}$ kuru madde)
Kontrol Tuzlu Bisküvi	9.23 ± 0.054^d
% 10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	10.85 ± 0.219^c
% 15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	12.34 ± 0.296^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	13.60 ± 0.107^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

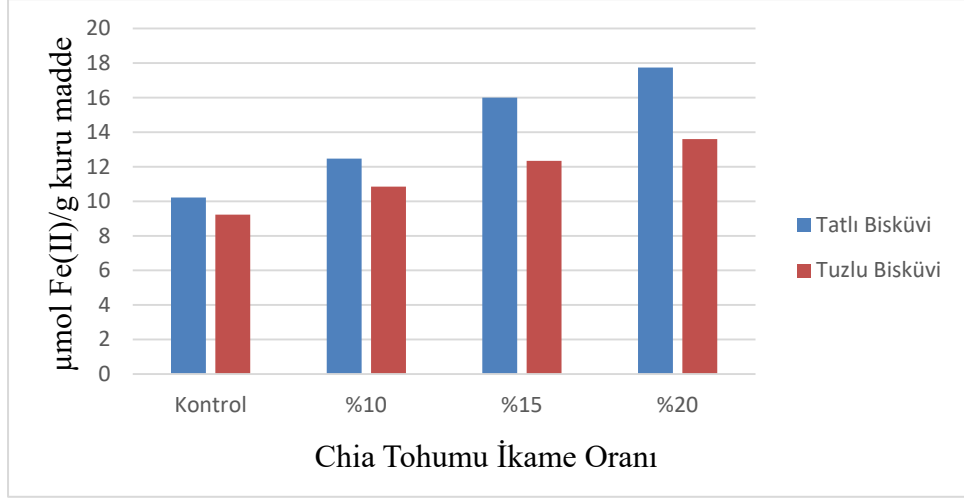
Glutensiz tatlı bisküvilere benzer şekilde, chia tohumu ikame oranının bisküvilerin demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$). Chia tohumu ikameli bisküvilerin tamamı kontrolden ve birbirinden istatistiksel olarak farklı ve yüksektir. Glutensiz tuzlu bisküviler de ise en düşük demir iyonu indirgeyici antioksidan güç kontrol grubu bisküvi örneklerinde ($9.23 \mu\text{mol Fe(II)/g}$ kuru madde), en yüksek ise %20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi örneklerinde ($13.60 \mu\text{mol Fe(II)/g}$ kuru madde) tespit edilmiştir. Chia tohumu ikamesi ile bisküvilerin demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü kontrole göre %18 - %47 arasında artış göstermiştir.

Tatlı ve tuzlu bisküvilerde en düşük chia tohumu ikame oranına sahip olan %10 chia ikameli bisküvilerin dahi demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü kontrol grubu bisküvi demir iyonu indirgeyici antioksidan güce göre yüksek bulunmuştur ve istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). Chia tohumu ikamesinin toplam fenolik madde, FRAP ve DPPH radikali üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin DPPH radikali süpürme aktivitesinin demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) ile ilişkisi incelendiğinde tatlı bisküvi için ($r=0.98$) pozitif yüksek korelasyon, tuzlu bisküvi için ($r=0.96$) pozitif yüksek korelasyon bulunmuştur (Tablo EK.B1 ve Tablo EK.B2). Antioksidan içeriğinin belirlenmesinde kullanılan iki analiz yöntemi sonuçları da birbiriyle paralellik göstermektedir.

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin toplam fenolik içeriğinin antioksidan aktivite (DPPH ve FRAP) ile ilişkisi incelendiğinde tatlı bisküvi için, toplam fenolik-DPPH arasında ($r=0.93$) pozitif yüksek korelasyon, toplam fenolik-FRAP arasında ($r=0.99$) pozitif yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Tuzlu bisküvi için sırasıyla ($r=0.90$) ve ($r=0.85$) pozitif yüksek korelasyon bulunmuştur. (Tablo EK.B1 ve Tablo EK.B2).

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin artan chia ikame oranı ile değişen demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) Şekil 4.9'da gösterilmiştir



Şekil 4. 9 Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin demir iyonu indirgeyici antioksidan güçlerindeki (FRAP) değişim

Coorey ve ark. [81] yaptığı bir çalışmada cips formülasyonuna %5, 10, 12 ve 15 oranında chia unu ilave etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre chia unu antioksidan aktivite değeri %92.84, kontrol grubu (%0 chia unu) değeri %3.87, %5 chia unu ikameli cips için %5.10, %10 chia unu ikameli cips için %5.97, %12 chia unu ikameli cips için %6.59, %15 chia unu ikameli cips için %7.14 olarak tespit etmişlerdir. Antioksidan analiz sonuçlarına göre chia unu ikame oranı arttıkça örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca chia unu oranının artması örneklerin antioksidan aktivitesinde artışa neden olmuştur.

4.3. Chia Tohumu İkameli Glutensiz Bisküvilerin Sindirim Uygulaması Sonrası Fonksiyonel Analiz Sonuçları

Besin öğelerinin vücuda alınabilen miktarlarıyla kullanım miktarları farklılık göstermektedir. Bu durum besin öğesinin biyoerişilebilirliğiyle ilişkilidir [82]. Biyoyararlılık, besin öğelerinin sindirilmesiyle vücudun fizyolojik ve metabolik fonksiyonlarını gerçekleştirmesi için kullanılan kısımdır. Kısacası, besin öğelerinin sindirim sisteminde emilme miktarıdır [83].

Polifenollerin diyet alımını ve insan bağırsağındaki biyoerişilebilirliğini bilmek, insan sağlığındaki önemini değerlendirilmesinde kilit faktördür. Biyoerişilebilirlik, katı gıda matriksinden salınmasının bir sonucu olarak bağırsakta mevcut olan bir besin bileşeni miktarı olarak tanımlanır, daha sonra bağırsak bariyerinden

geçebilir. Bu nedenle, sadece gıda matrisinden sindirim enzimlerinin (ince bağırsak) ve bakteriyel mikrofloranın (kalın bağırsak) etkisiyle salınan fenolik bileşikler bağırsakta biyolojik olarak erişilebilir ve dolayısıyla potansiyel ve biyolojik olarak kullanılabilirler [84].

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvi örneklerine ağız, mide ve bağırsak sindirimi uygulanarak sindirim öncesi ve sonrası toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite belirlenmiştir. Uygulama sonrası elde edilen örneklerin toplam fenolik madde, DPPH ve FRAP kapasiteleri ölçülmüştür. Sonuçlar sindirim öncesi verilerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

4.3.1 Toplam Fenolik Madde Analizi

Fenolik bileşikler en çok bilinen bitki türevi fitokimyasallardır. Güçlü antioksidan ajanı olan bu bileşikler biyoyararlanımdan etkilenirler. Biyoyararlanım, terapötik olarak aktif bir maddenin sistemik dolaşıma girme ve istenen etki bölgesinde bulunma hızı ve kapsamıdır. Her fenolik bileşiğin biyoyararlanımı birbirinden farklıdır [85]. Polifenol biyoyararlanımını değerlendirmek için birçok deneysel yaklaşım geliştirilmiştir. Çalışmalar biyoyararlanımın, gıda matrisine, fizyolojiye ve tüketicinin anatomisine ve fenolik özelliklerine bağlı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Fenoliklerin insanlarda emildiğine ve biyolojik olarak kullanılabilir olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunduğu ve özellikle kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser türlerine karşı birçok sağlık etkisi gösterdiği için, gelecekte hastalık riskinin azaltılmasına veya hastalığın önlenmesine büyük ölçüde katkıda bulunabileceği düşünülmektedir [86].

Polifenoller, biyoaktiviteyi etkiler ve antioksidan, antimikrobiyal ve sağlığı teşvik edici etkilerden sorumludurlar. Bu aktivite aromatik bileşikler ve hidroksil grupları da dahil olmak üzere polifenollerin spesifik yapısından kaynaklanır [87].

Glutensiz tatlı bisküvi örneklerine ait sindirim sonrası toplam fenolik madde miktarları analiz sonuçları Tablo 4.15’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo EK A.37’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 15 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası toplam fenolik madde analiz sonuçları

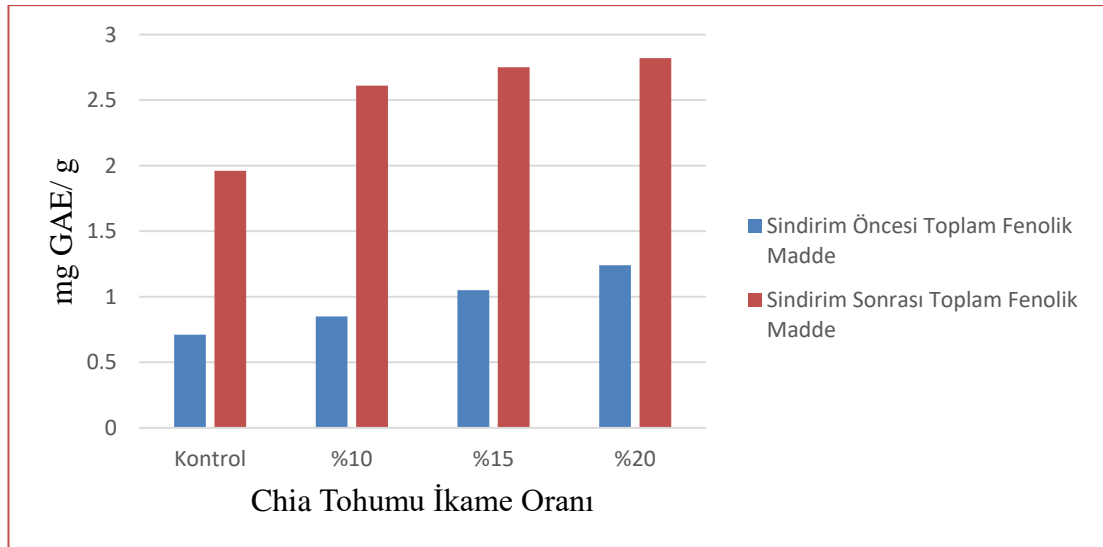
Ürün İsmi	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g)
Kontrol Tatlı Bisküvi	1.96 ± 0.000 ^d
%10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	2.61 ± 0.014 ^c
%15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	2.75 ± 0.014 ^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	2.82 ± 0.000 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Tablo 4.15’de görüldüğü gibi chia tohumu ikame oranının artması tatlı bisküvilerde sindirim uygulaması sonrasında toplam fenolik maddeyi artırmıştır. En düşük toplam fenolik maddeye sahip kontrol grubu bisküvi, en yüksek ise %20 chia tohumu ikameli bisküvidir. Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim sonrası toplam fenolik madde üzerine chia tohumu ikame oranının etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası toplam fenolik madde analiz verilerinin karşılaştırma grafiği Şekil 4.10’da gösterilmiştir.



Şekil 4. 10 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası toplam fenolik madde miktarı

Farklı oranlarda chia tohumu ikame edilen glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim sonrası toplam fenolik madde miktarına ait analiz sonuçları Tablo 4.16'da belirtilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.38'de gösterilmiştir.

Tablo 4. 16 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası toplam fenolik madde analiz sonuçları

Ürün İsmi	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g)
Kontrol Tuzlu Bisküvi	2.60 ± 0.000 ^d
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	2.68 ± 0.014 ^c
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	2.78 ± 0.028 ^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	2.94 ± 0.000 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Glutensiz tuzlu bisküvi örnekleri sonucu incelendiğinde, artan chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi sindirim uygulaması sonrası toplam fenolik madde içeriği üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). En düşük toplam fenolik madde içeriğine sahip olan örnek kontrol grubu bisküvi (2.60 mg GAE/100 g), en yüksek değere sahip olan örnek ise %20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi (2.94 mg GAE/100 g) olarak tespit edilmiştir.

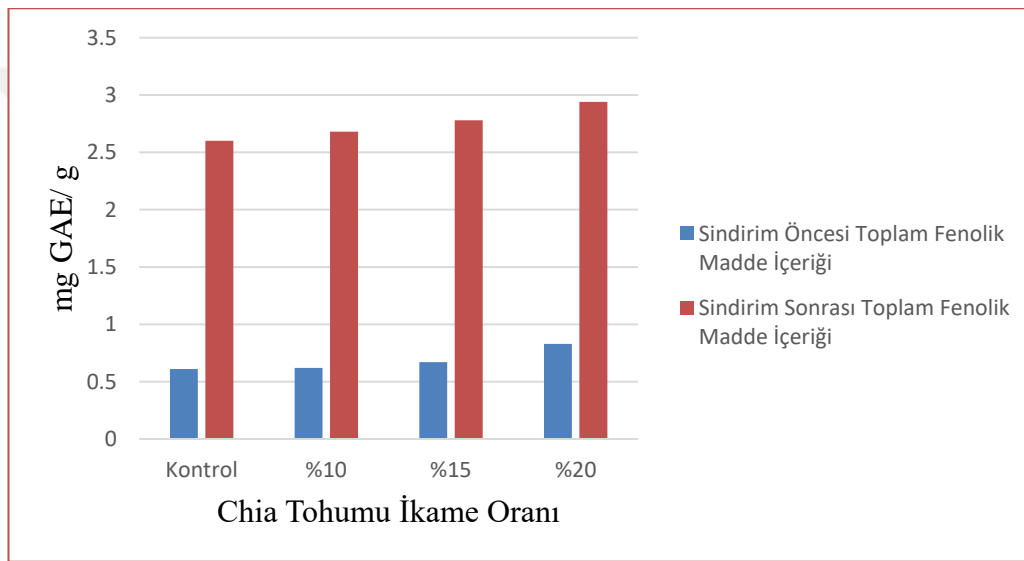
Sindirim öncesi toplam fenolik madde içeriği tatlı bisküvi grubunda daha fazla iken, sindirim sonrası toplam fenolik madde içeriği tuzlu bisküvilerde kısmen de olsa daha fazla bulunmuştur.

Sindirim öncesi glutensiz tatlı bisküvi toplam fenolik madde miktarı sonuçlarıyla (bkz. Tablo 9) sindirim sonrası toplam fenolik madde miktarı sonuçları (bkz. Tablo 4.15) karşılaştırılırsa kontrol grubu ve %10 chia tohumu ikameli bisküvi örneğinde yaklaşık 3 kat, %15 ve % 20 chia tohumu ikameli bisküvi örneğinde ise

yaklaşık 2,5 kat arttığı gözlenmektedir. Chia tohumunun fenolik içeriği, sindirim sonrasında artmaktadır.

Glutensiz tuzlu bisküvi örnekleri karşılaştırılırsa, sindirim sonrası tüm tuzlu bisküvi toplam fenolik madde miktarı sonuçları sindirim öncesi sonuçlarına göre yaklaşık 4 kat artmaktadır.

Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası toplam fenolik madde analiz verilerinin karşılaştırma grafiği Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 11 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası toplam fenolik madde miktarı

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin sindirim sonrası toplam fenolik içeriğinin sindirim sonrası antioksidan aktivite (DPPH ve FRAP) ile ilişkisi incelendiğinde tatlı bisküvi için, toplam fenolik-DPPH arasında ($r=0.93$) pozitif yüksek korelasyon, toplam fenolik-FRAP arasında ($r=0.91$) pozitif yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Tuzlu bisküvi için sırasıyla toplam fenolik-DPPH arasında ($r=0.96$) ve toplam fenolik-FRAP arasında ($r=0.95$) pozitif yüksek korelasyon bulunmuştur (Tablo EK.B6 ve Tablo EK.B5).

Literatür taraması sonucu chia tohumu ikameli glutensiz bisküvilerde *in vitro* çalışmasına rastlanmamıştır. Bu sebeple analiz sonuçları glutensiz ürünlerin sindirimi ve chia tohumunu sindirimi ile ilgili kaynaklara yer verilerek yorumlama yapılmıştır.

Giuberti ve ark. [88] yaptıkları çalışmada farklı oranda yonca tohumu unu kullanarak ürettikleri glutensiz kurabiyelerde simüle edilmiş bir *in vitro* sindirim ve fermantasyon işlemi gerçekleştirmişlerdir. Yonca tohumu unu içeren kurabiyeler kontrol grubuyla karşılaştırıldığında daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. *In vitro* sonuçlar, %30 ve %45 oranında yonca tohumu unu ilaveli kurabiyelerin, kontrol grubuna göre benzersiz bir fermantatif fenolik profile sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle yonca tohumu ununun glutensiz kurabiye formülasyonlarında sağlığı geliştirmek için yaygın olarak kullanılan buğday dışı tahıl unlarına alternatif olabileceğini belirtmişlerdir.

Acevedo ve ark. [89] farklı formülasyonlar kullanarak glutensiz makarna üretimi gerçekleştirmiş ve *in vitro* sindirim sonrası toplam fenolik madde içeriğini incelemiştir. Gastrointestinal sindirimin son aşamasında, bağırsak aşamasında, glutensiz makarnaların fenolik bileşik miktarları başlangıç değerlerine göre genel olarak %40 artış göstermektedir. Makarnadaki fenolik bileşiklerin biyolojik olarak erişebilirliği ise en yüksek olarak %80 artış göstermiştir. Bağırsak sindirimi sonucunda ortaya çıkan fenolik bileşiklerin proteinler, lif kalıntıları ve şekerlerin parçalanmasıyla ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerde kullanılan chia tohumunun yüksek diyet lif içeriğine sahip olması chia tohumu ikame oranı arttıkça fenolik bileşiklerinin sindirimini arttırmıştır. Ayrıca glutensiz tuzlu bisküvilerin protein değerlerinin daha yüksek olması fenolik sindirimini etkilemiş ve glutensiz tuzlu bisküvi sindirim sonrası toplam fenolik madde içeriğinin daha yüksek çıkmasını sağlamış olabilir. Bu sonuçlar Acevedo ve ark. [89] yaptıkları çalışmayla uyumluluk göstermektedir.

4.3.2. DPPH

Chia tohumları antioksidan özelliklere sahip olduklarından, Tip 2 diyabetin önlenmesinde kan basıncını, pıhtılaşma faktörlerini ve obeziteyi azaltma yoluyla önemli bir rol oynarlar [87].

Glutensiz tatlı bisküvi örneklerine ait sindirim sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi Tablo 4.17’de gösterilmiştir. Elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.35’de verilmiştir.

Tablo 4. 17 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçları

Ürün İsmi	DPPH (μmol Troloks Eşdeğeri/ g kuru örnek)
Kontrol Tatlı Bisküvi	8.47 ± 0.169^c
% 10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	10.14 ± 0.169^b
% 15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	10.26 ± 0.000^b
% 20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	11.10 ± 0.069^a

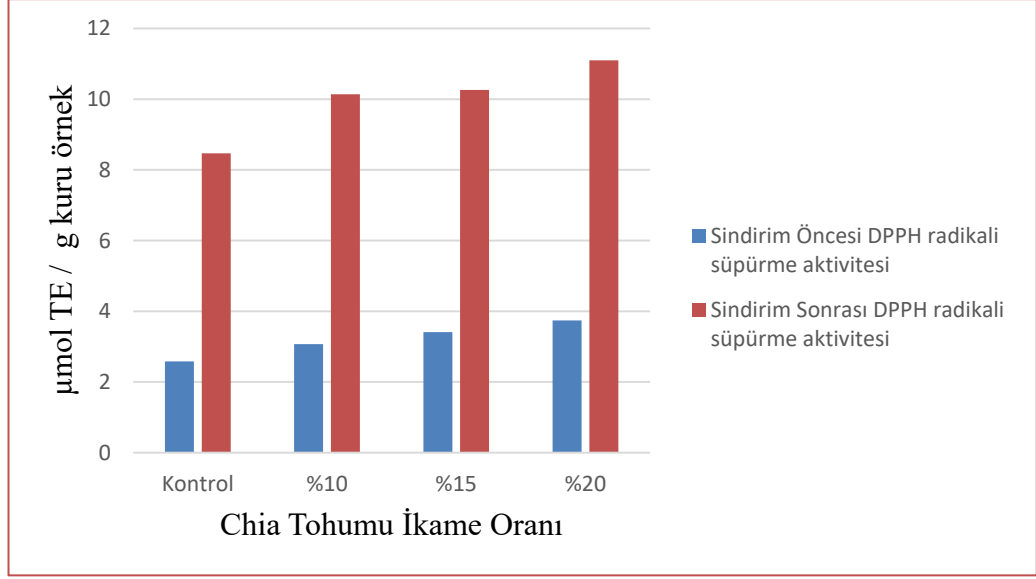
Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Tablo 4.17.’de görüldüğü gibi chia tohumu oranının artması tatlı bisküvilerde sindirim uygulaması sonrasında DPPH radikali süpürme aktivitesini artırmıştır. En düşük DPPH’a sahip kontrol grubu bisküvi, en yüksek ise %20 chia tohumu ikameli bisküvidir. Artan chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi sindirim sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Sindirim öncesi glutensiz tatlı bisküvi DPPH sonuçlarıyla (bkz. Tablo 4.11) sindirim sonrası DPPH sonuçları (bkz. Tablo 4.17) karşılaştırılırsa kontrol grubu, % 10, % 15 ve % 20 chia tohumu ikameli bisküvi örneğinde DPPH biyoerişilebilirliğinde yaklaşık 3 kat artış gözlenmektedir. DPPH radikali süpürme aktivitesi artış oranları toplam fenolik madde miktarı artış oranlarıyla paralellik göstermektedir.

Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim öncesi DPPH ve sindirim sonrası DPPH analiz verilerinin karşılaştırma grafiği Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 12 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi

Glutensiz tuzlu bisküvi örneklerine ait sindirim sonrası meydana gelen DPPH miktarları Tablo 4.18’de gösterilmiştir. Bu verilere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.36’de verilmiştir.

Tablo 4. 18 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçları

Ürün İsmi	DPPH (µmol Troloks Eşdeğeri / g kuru örnek)
Kontrol Tuzlu Bisküvi	7.28 ± 0.169 ^d
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	8.35 ± 0.000 ^c
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	12.53 ± 0.169 ^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	13.36 ± 0.000 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

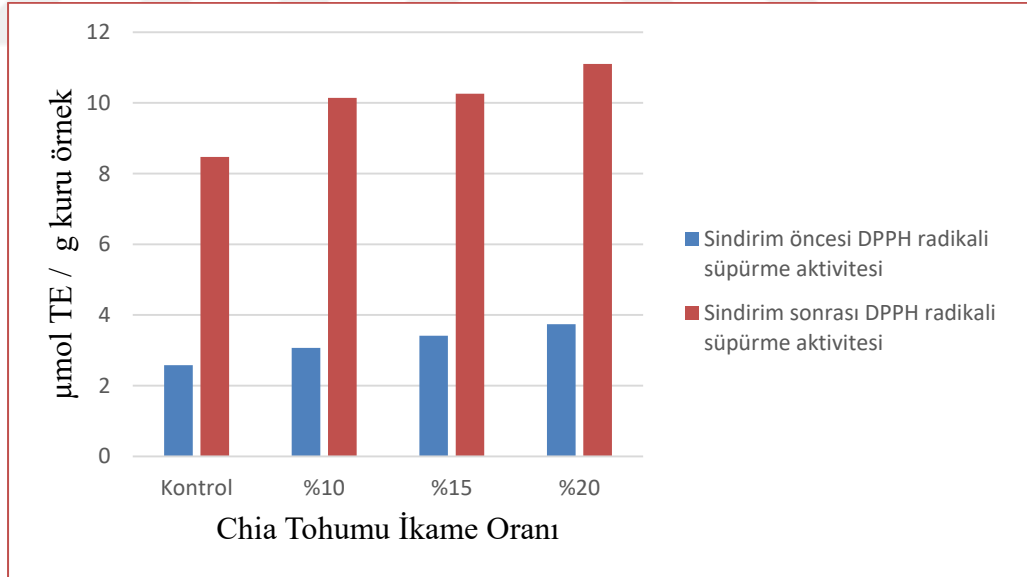
Glutensiz tuzlu bisküvi örneklerinde tatlı bisküvilerde olduğu gibi, en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesine sahip olan örnek kontrol grubu bisküvi, en yüksek ise %20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi olarak tespit edilmiştir. Artan chia tohumu

ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi sindirim uygulaması sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$).

Sindirim öncesi DPPH radikali süpürme aktivitesi tatlı bisküvi grubunda daha fazla iken, sindirim sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi tuzlu bisküvilerde daha fazla bulunmuştur. Bu durum sindirim öncesi ve sonrası toplam fenolik madde içeriği ile benzerlik göstermektedir.

Sindirim öncesi glutensiz tuzlu bisküvi DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçlarıyla (bkz. Tablo 4.12) sindirim sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi sonuçları (bkz. Tablo 4.18) karşılaştırılırsa sindirim sonrası kontrol grubu ve %10 chia tohumu ikameli bisküvi örneği 3 kat, %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvi örneği 3,5 kat artış göstermektedir.

Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim öncesi DPPH ve sindirim sonrası DPPH analiz verilerinin karşılaştırma grafiği Şekil 4.13'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 13 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası DPPH radikali süpürme aktivitesi

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin sindirim sonrası DPPH ve sindirim sonrası FRAP arasındaki ilişkisi incelendiğinde tatlı bisküvi için ($r=0.99$), tuzlu bisküvi için ($r=0.90$) pozitif yüksek korelasyon görülmektedir (Tablo EK.B6 ve Tablo EK.B5).

4.3.3. FRAP

Glutensiz tatlı bisküvi örneklerine ait sindirim sonrası meydana gelen demir iyonu indirgeyici antioksidan güçleri (FRAP) Tablo 4.19’da, elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo EK A.39’da gösterilmiştir.

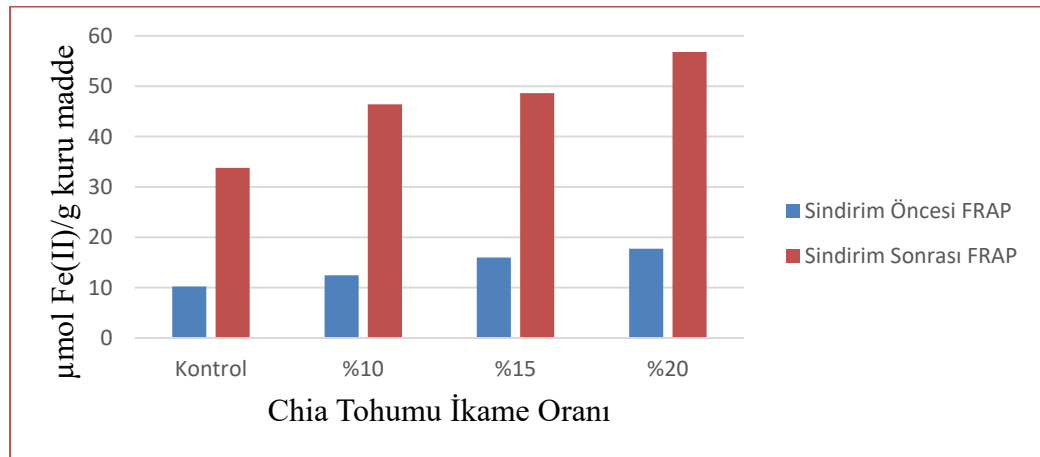
Tablo 4. 19 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası FRAP sonuçları

Ürün İsmi	FRAP ($\mu\text{mol Fe(II)/g}$ kuru madde)
Kontrol Tatlı Bisküvi	33.79 ± 0.636^d
%10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	46.39 ± 0.127^c
%15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	48.64 ± 0.000^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	56.80 ± 0.198^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim öncesi FRAP ve sindirim sonrası FRAP analiz verilerinin karşılaştırma grafiği Şekil 4.14’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 14 Glutensiz tatlı bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası demir iyonu indirgeyici antioksidan güçleri (FRAP)

Glutensiz tuzlu bisküvi örneklerine ait sindirim sonrası meydana gelen demir iyonu indirgeyici antioksidan güçleri (FRAP) Tablo 4.20’de, elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo EK A.40’da gösterilmiştir.

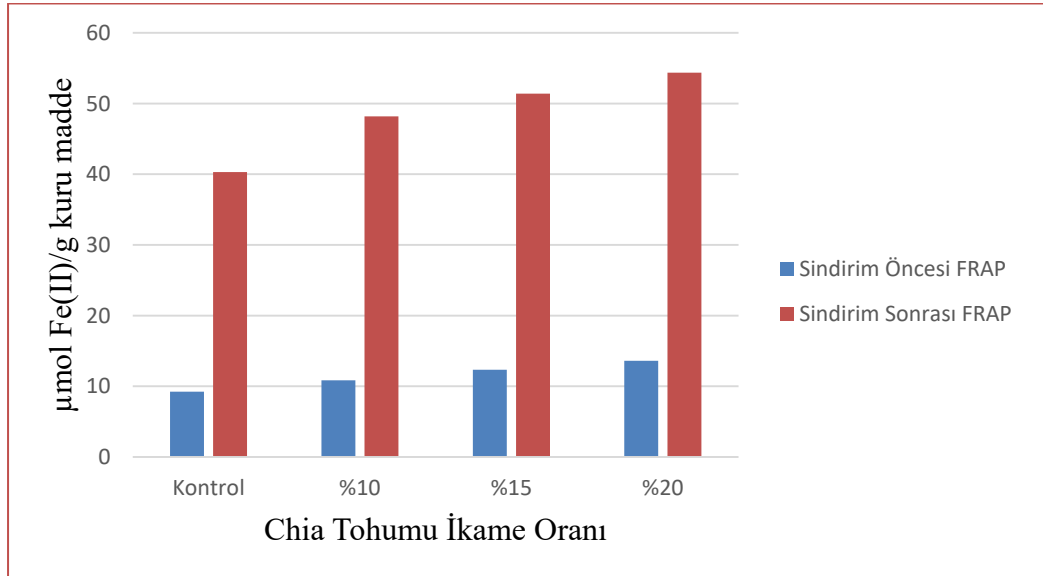
Tablo 4. 20 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim uygulaması sonrası FRAP sonuçları

Ürün İsmi	FRAP ($\mu\text{mol Fe(II)/g}$ kuru madde)
Kontrol Tuzlu Bisküvi	40.31 ± 0.580^d
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	48.19 ± 0.382^c
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	51.40 ± 0.311^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	54.37 ± 0.438^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim öncesi FRAP ve sindirim sonrası FRAP analiz verilerinin karşılaştırma grafiği Şekil 4.15’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 15 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası demir iyonu indirgeyici antioksidan güçleri (FRAP)

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerde sindirim sonrası en düşük FRAP kontrol grubu bisküvide, en yüksek FRAP ise %20 chia tohumu ikameli bisküvide tespit edilmiştir. Artan chia tohumu ikame oranının glutensiz bisküvilerde sindirim uygulaması sonrası demir iyonu indirgeyici antioksidan güçleri (FRAP) üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Coelho ve ark. [90] chia yağının yan ürününden proteinleri hidrolize etmiş ve antioksidan özelliklere sahip peptidler elde etmiştir. Çalışmada chia yağı üretiminin yan ürününden elde edilen protein hidrolizatları, *in vitro* ve *in vivo* antioksidan kapasiteye sahip ve gıda modellerinde lipit oksidasyonunu etkili bir şekilde önleyebileceği sonucuna varılmıştır.

Alves ve ark. [91] çalışmalarında hidrolize edilmiş ekstraktlardan elde edilen sonuçlara dayanarak chia ürünlerinin sindirim sürecinde antioksidan aktivite artışına neden olabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar chia tohumlarının tüketilmesinin, tüketiciler için sağlık açısından önemli bir alternatif olabileceğini ve günlük diyetlerinde fonksiyonel bir gıda olarak kullanılabilceğini bildirmiştir. Bu çalışma, chia ürünlerinde bulunan ve oksidatif stresin neden olduğu hastalıkların önlenmesinde önemli doğal antioksidan kaynakları olan başlıca fenolik bileşikler hakkında yeni bilgiler sunmaktadır. Ayrıca chia tohumuyla *in vitro* çalışması yapılarak bunun kanıtlanması gerektiğini söylemişlerdir. Bu verilerden yola çıkarak çalışmamızda chia tohumu ikameli bisküvilerde *in vitro* sindirim çalışması yapılmış ve sindirim sonrası artan bir antioksidan miktarı tespit edilmiştir. Bu durum chia tohumu tüketilmesinin sağlık açısından fayda sağlayacağını göstermektedir. Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin artan fenolik madde ve antioksidan aktivite biyoerişilebilirliği de sağlık açısından faydalı olduğu görüşünü desteklemektedir.

4.4. Chia Tohumu İkameli Glutensiz Tatlı ve Tuzlu Bisküvilerin Depolama Boyunca Analiz Sonuçları

Glutensiz bisküvilerin depolama boyunca bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimi belirlemek üzere kontrol ve chia tohumu ikameli tatlı ve tuzlu bisküviler üretimi takiben 6 ay boyunca nem ve ışık geçirmeyen ambalajlarda depolanmış, ikişer aylık periyotlarla nem, su aktivitesi, pH, peroksit ve serbest yağ asitliği analizleri, sertlik ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir.

4.4.1. Nem Analizi

Depolama süresi ve chia tohumu ikame oranı etkileşiminin glutensiz tatlı bisküvilerin nem oranları üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$). Glutensiz tatlı bisküvilerin depolama sürecine bağlı olarak nem değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.21.'de, grafiksel olarak ise Şekil 4.16''da verilmiştir. Ayrıca bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.43'de belirtilmiştir.

Tablo 4. 21 Glutensiz tatlı bisküvilerin depolama boyunca nem değerleri

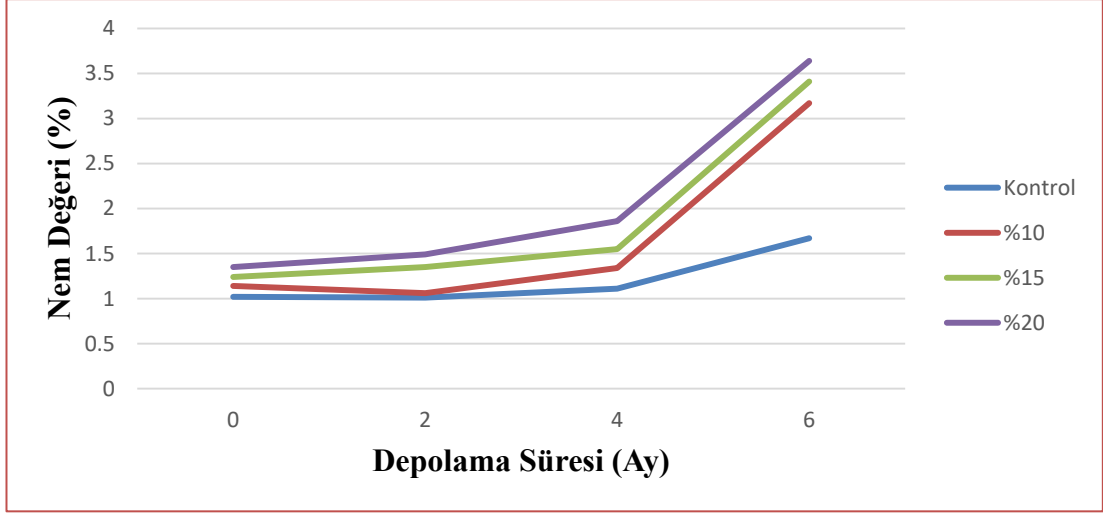
Ürün İsmi	Zaman	Nem (%)
Kontrol Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	1.02 ± 0.013 ^{jk}
	2.ay	1.01 ± 0.011 ^k
	4.ay	1.11 ± 0.028 ^{ij}
	6.ay	1.67 ± 0.054 ^e
% 10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	1.14 ± 0.004 ^l
	2.ay	1.06 ± 0.039 ^{ij}
	4.ay	1.34 ± 0.025 ^{gh}
	6.ay	3.17 ± 0.069 ^c
% 15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	1.24 ± 0.021 ^h
	2.ay	1.35 ± 0.046 ^g
	4.ay	1.55 ± 0.017 ^f
	6.ay	3.41 ± 0.134 ^b
% 20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	1.35 ± 0.028 ^g
	2.ay	1.49 ± 0.014 ^f
	4.ay	1.86 ± 0.019 ^d
	6.ay	3.64 ± 0.023 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

LSD: 0.0819

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Tablo Ek.A.43.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 16 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde nem değerlerinde meydana gelen değişim

Glutensiz tatlı bisküvilerde chia tohumu ikame oranının depolama öncesi nem değeri üzerine etkisi incelendiğinde, chia ikame oranının artması bisküvilerde nem oranını da artırmıştır. Chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi nem üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En yüksek nem değeri %20 chia tohumu ikameli bisküvide en düşük nem değeri ise kontrol grubunda tespit edilmiştir. Depolama süresine bağlı olarak glutensiz tatlı bisküvilerin nem değerleri incelendiğinde ise, kontrol ve %10 chia tohumu ikameli bisküvinin depolama öncesi ve 2 ay depolama sonunda nem değeri istatistiksel açıdan değişiklik göstermemiştir ($p > 0.05$). 4 ve 6 ay depolama sonunda ise depolama öncesinden yüksek ve farklıdır ($p < 0.05$). %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvi depolama süresince istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Glutensiz tatlı bisküvilerin en düşük nem değeri 0. ay kontrol grubunda, en yüksek nem değeri 6. ay %20 chia tohumu ikameli bisküvi grubunda tespit edilmiştir. Bu durum hem chia tohumu oranının hem de depolamanın artmasıyla nem oranının arttığını göstermektedir. Depolama süresi ve chia tohumu ikame oranı etkileşiminin glutensiz tatlı bisküvilerin nem oranları üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.05$). Chia tohumunun hidrofilik yapıda olması su tutma kapasitesini artırdığı ve sonuç olarak chia tohumu ikame oranı arttıkça bisküvilerin nem içeriklerinde artış gerçekleştiği düşünülmektedir.

Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama sürecine bağlı olarak nem değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.22.'de grafiksel olarak ise Şekil 4.17.'de verilmiştir. Ayrıca bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.44'te belirtilmiştir.

Tablo 4. 22 Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama boyunca nem değerleri

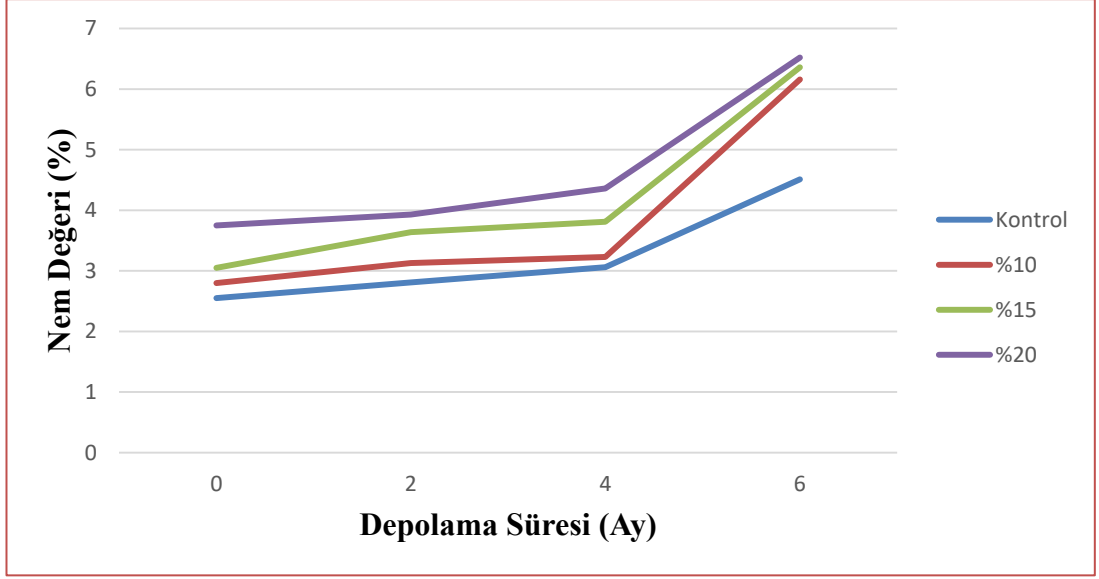
Ürün İsmi	Zaman	Nem (%)
Kontrol Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	2.55 ± 0.059 ⁿ
	2.ay	2.81 ± 0.032 ^m
	4.ay	3.06 ± 0.045 ^l
	6.ay	4.51 ± 0.063 ^d
% 10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	2.80 ± 0.044 ^m
	2.ay	3.13 ± 0.034 ^k
	4.ay	3.23 ± 0.031 ^j
	6.ay	6.16 ± 0.015 ^c
% 15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	3.05 ± 0.036 ^l
	2.ay	3.64 ± 0.033 ⁱ
	4.ay	3.81 ± 0.025 ^g
	6.ay	6.36 ± 0.027 ^b
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	3.75 ± 0.024 ^h
	2.ay	3.93 ± 0.027 ^f
	4.ay	4.36 ± 0.016 ^e
	6.ay	6.52 ± 0.023 ^a

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

LSD: 0.0597

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$) (Tablo Ek.A.44.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 17 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde nem değerlerinde meydana gelen değişim

Depolama öncesi chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi nem değeri üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek nem değeri %20 chia tohumu ikameli bisküvi de tespit edilmiştir. Chia tohumu ikame oranının artması bisküvilerde nemin artışı sağlamıştır. Chia tohumu oranının glutensiz tuzlu bisküvi nem üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama süresine bağlı olarak glutensiz tuzlu bisküvilerin nem değerleri incelendiğinde ise, tüm bisküvi örnekleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu durum chia tohumu ikame oranının ve depolama süresinin etkisinin önemli olduğunu göstermektedir.

Borneo ve ark. [59] farklı oranlarda (%0, 2.5, 5, 10) chia unu ilave edilen makarnalarda nem değerlerini sırasıyla %10.45, 10.74, 10.65, 10.42 olarak tespit etmiştir. Chia ikame oranının nem içeriği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsizdir ($p > 0.05$). Bunun nedeninin ise oranlar arası farkın az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Coelho ve ark. [18] chia unu ve chia tohumu kullanarak yeni ekmek formülasyonları oluşturmuşlardır. Kontrol ekmeğinin nemi %37.2, chia unu ilaveli ekmeğinin nemi %37.2, chia tohumu ilaveli ekmeğinin nemi ise %38 olarak belirlenmiştir. Chia tohumu ilaveli formülasyonun nem içeriğindeki artışın, suyu entegre eden

tahılların pişirme sırasında serbest bırakılmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Çalışma kapsamında üretilen glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerdeki nem artışının bu çalışmada savunulan düşünce ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Almeida ve ark. [31] chia unu ilavesiyle ürettikleri keklerde 1, 4 ve 7 günlük depolama sonrası chia ununun keklerin nem içeriği üzerinde önemli bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Bunun nedeninin chia ununun, ürünün nemini korumaya yardımcı olan yüksek seviyede diyet lif içermesinin olduğunu savunmuşlardır. Diyet lifleri gibi polisakkaritler, suyla hidrojen bağları oluşturabilen sayısız serbest hidroksil grubuna sahip hidrofilik moleküllerdir. Sonuç olarak, çözünür ve çözünmeyen polisakkaritler su tutma kabiliyetine sahiptir. Ayrıca, lif ve nişasta arasında olası etkileşimler meydana gelebilir ve bu nişasta retrogradasyonunu geciktirebilir ve depolama sırasında nem kaybını önleyebilir.

Ding ve ark. [82] tarafından yapılan bir çalışmada κ-karragenan ve chia unu kullanılarak üretilen jambonlarda kontrol grubu jambonlara göre daha yüksek nem içeriği belirlendiğini belirtmiştir. Bu durum chia miktarının artmasıyla nemin arttığını göstermektedir. Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler değerlendirildiğinde sonuçların Ding ve ark. [82] ile paralellik gösterdiği görülmektedir.

4.4.2. Enstrümental Sertlik

Bisküvinin tekstürel özellikleri tüketici kabulünde önem arz etmektedir. Üretilen bisküvilerin duyuşal açıdan kabul edilebilmesi için istenilen sertlik ve gevreklikte olması gerekmektedir.

Glutensiz tatlı bisküvilerin depolama sürecine bağlı olarak sertlik değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.23'de verilmiştir. Bu değişime ait grafiksel gösterim Şekil 4.18'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo EK A.53'te belirtilmiştir. Depolama süresinin ve chia tohumu ikame oranının etkileşiminin kontrol grubu ve chia tohumu ikameli glutensiz bisküvilerin sertlik değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Tablo 4. 23 Glutensiz tatlı bisküvilerin sertlik analiz sonuçları

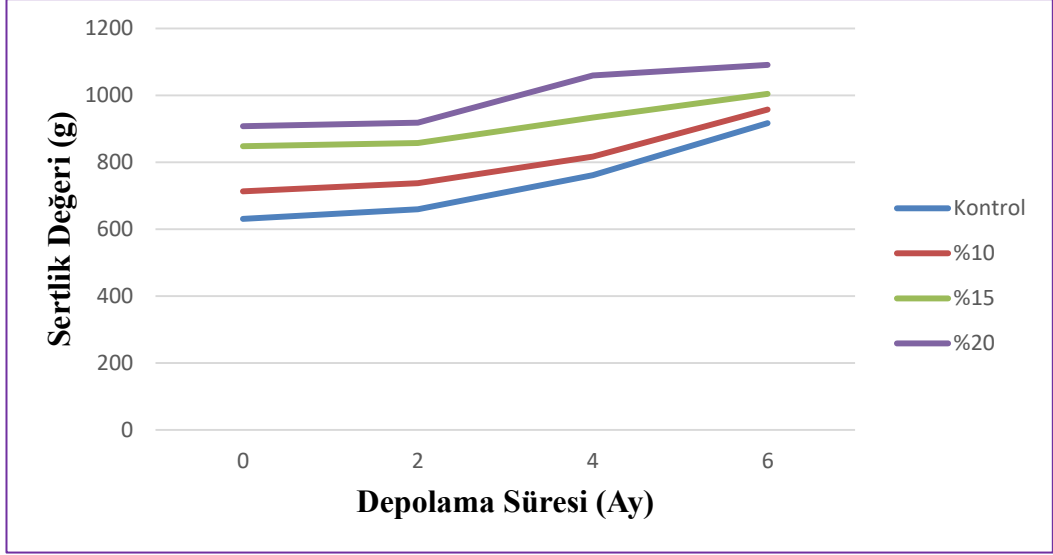
Ürün İsmi	Zaman	Sertlik (g kuvvet)
Kontrol Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	630.67 ± 13.126 ^m
	2.ay	659.24 ± 15.039 ^f
	4.ay	761.41 ± 3.244 ^l
	6.ay	916.99 ± 1.972 ^l
%10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	712.94 ± 6.402 ^k
	2.ay	737.31 ± 8.868 ^j
	4.ay	817.86 ± 8.966 ^h
%15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	848.08 ± 0.809 ^g
	2.ay	857.44 ± 2.946 ^g
	4.ay	933.81 ± 18.215 ^e
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	1004.40 ± 1.209 ^c
	2.ay	907.84 ± 1.729 ^f
	4.ay	918.15 ± 15.728 ^f
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	4.ay	1059.78 ± 0.000 ^b
	6.ay	1090.98 ± 1.819 ^a

LSD: 14.6458

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 10 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Tablo Ek.A.53.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 18 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde sertlik değerlerinde meydana gelen değişim

Glutensiz tatlı bisküvi sertlik değerleri incelendiğinde, bisküvi formülasyonunda chia tohumu ikame oranı arttıkça sertlik değeri de artış göstermiştir. Depolama öncesinde chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi sertlik değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama boyunca glutensiz tatlı bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişime bakıldığında; kontrol grubu bisküvinin depolama öncesi, 2 ay ve 4 ay depolama sertlik değeri istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). 6 ay depolama ise 4 ay depolama ile aynıdır. %10 chia tohumu ikameli tatlı bisküvi depolama boyunca istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvi depolama öncesi ve 2 ay depolamada istatistiksel açıdan değişiklik göstermemiştir. 4 ve 6 ay depolama sonunda ise depolama öncesinden yüksek ve farklıdır ($p < 0.05$).

Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama sürecine bağlı olarak sertlik değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.24.'de, grafiksel olarak Şekil 4.19'da verilmiştir. Ayrıca bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.54.'de belirtilmiştir.

Tablo 4. 24 Glutensiz tuzlu bisküvilerin sertlik analiz sonuçları

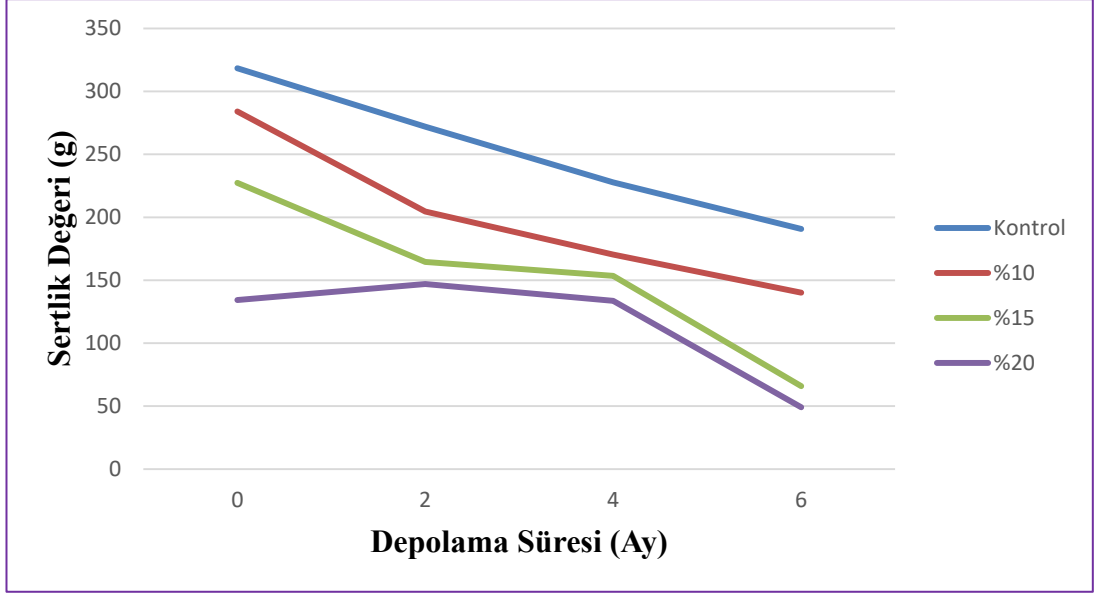
Ürün İsmi	Zaman	Sertlik (g kuvvet)
Kontrol Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	318.46 ± 8.148 ^a
	2.ay	271.98 ± 8.331 ^c
	4.ay	227.76 ± 2.481 ^d
	6.ay	190.72 ± 7.707 ^f
% 10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	284.09 ± 8.897 ^b
	2.ay	204.60 ± 4.620 ^e
	4.ay	170.40 ± 0.948 ^g
	6.ay	140.07 ± 1.959 ^j
% 15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	227.41 ± 9.162 ^d
	2.ay	164.58 ± 8.086 ^g
	4.ay	153.42 ± 5.681 ^h
	6.ay	65.88 ± 2.523 ^k
% 20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	134.33 ± 2.002 ^j
	2.ay	147.03 ± 1.402 ^h
	4.ay	133.70 ± 8.791 ^j
	6.ay	49.11 ± 2.550 ^l

LSD: 9.7923

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 10 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$) (Tablo Ek.A.54.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 19 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde sertlik değerlerinde meydana gelen değişim

Chia tohumu ikame oranına göre glutensiz tuzlu bisküvi sertlik değerleri incelendiğinde, en yüksek değer kontrol grubunda, sonrasında azalan sırayla %10, %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvi örneklerinde belirlenmiştir. Depolama öncesi chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi sertlik değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama süresine bağlı olarak glutensiz tuzlu bisküvilerin sertlik değerleri incelendiğinde; tüm bisküvi örneklerinde depolama öncesi ve 2-6 ay depolama istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). Depolama boyunca tuzlu bisküvi sertlik değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Tuzlu bisküvi formülasyonunda chia tohumu ikame oranının artması bisküvilerin sertliklerinde azalma, dolayısıyla gevrekliklerinde artış sağlamıştır.

Depolama sonunda en düşük sertlik değerine %20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvilerin, en yüksek sertlik değerine ise %20 chia tohumu ikameli tatlı bisküvilerin sahip olduğu belirlenmiştir. Tuzlu bisküvilerin sertlik değerinin tatlı bisküvilerden daha düşük olması, tatlı bisküvilerin pudra şekeri içermesinden dolayı daha sert bir yapı oluşturması ile açıklanabilir.

Steel ve ark. [27]'na göre fırınlanmış ürünlerin dokusu çok önemli bir kalite kriteridir ve duyuşal raf ömrünü belirleyebilir. Depolama sırasında, nem kaybını

önleyebilen koşullar olsa bile keklerin tazeliğini kaybedeceğini düşünmüşlerdir. Üretimde kullanılan yağın ise keklerin daha uzun süre yumuşak kalmasını sağlayacağını ve ürün dokusu üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu savunmuşlardır. Farklı oranlarda (%25, 50, 75, 100) chia tohumu ikame edilen keklerde 1., 7., ve 14. gün sonunda keklerin tekstürel özellikleri incelenmiştir. Hem chia miktarının artması hem de depolama süresinin artması ile üretilen keklerin dokusunda sertlik meydana gelmiştir.

Almeida ve ark. [31], keklere chia unu eklerken, depolama sırasında sertlikte bir artış elde ettiler. Sudha ve ark. [83] buğday ununun 10, 20 ve 30 g / 100 g seviyelerinde elma püresi ile yer değiştirerek hazırladıkları keklerde, artan şeker seviyeleri ile daha sert bir doku elde ettiklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak chia tohumu ikameli tatlı bisküvilerde hem şeker miktarından dolayı hem de artan chia tohumu oranı ve zamana bağlı olarak sertliğin artması olası bir durumdur.

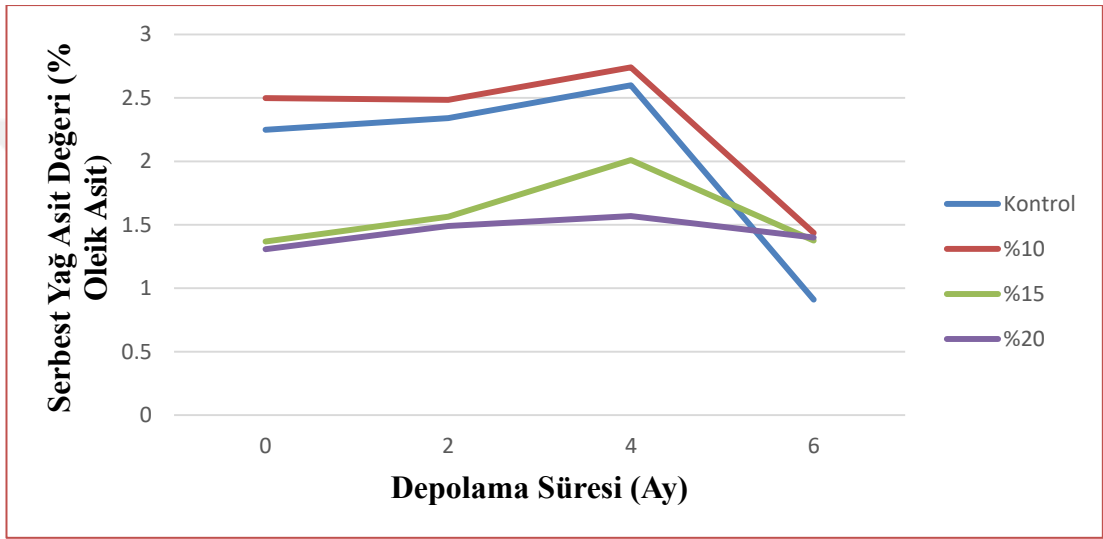
Sertakan [84], farklı oranlarda tritikale unu kullanarak ürettikleri petibör bisküvilerde sertlik değerlerinin depolama süresinin ilerlemesiyle paralel olarak arttığını bildirmiştir. Depolama süresi sonunda tüm bisküvi çeşitlerinde sertlik değerlerinin çok yüksek çıktığını belirtmiştir.

4.4.3. Serbest Yağ Asitliği Analizi

Yağlarda kalite kriterleri arasında olan serbest yağ asitliği, yağlı tohumların uygunsuz koşullarda depolanması ve ortamda yeterli miktarda suyun bulunması durumunda lipaz enzimi aktif hale geçerek yağ asitleri oluşumu zamanla artırır [65]. Ayrıca ısı ve ışıktaki zamanla serbest yağ asitleri miktarında artışa neden olmaktadır.

Chia tohumunun içeriğinin zengin yağ asitlerine sahip olması, tüketiciler tarafından tercih sebepleri arasındadır. Özellikle alfa-linolenik asitçe zengin olan chia tohumunun düzenli tüketimi, ALA sayesinde kardiyovasküler hastalıkların, hipertansiyonun ve enflamatuar hastalıkların önlenmesinde dahil olmak üzere birçok sağlık yararı sağladığına dair kanıtlar bulunmaktadır [80]. Coorey ve ark. [81] yaptıkları çalışmada chia unu ALA değerini 53.4g/100 g olarak tespit etmişlerdir. Bu durum chia tohumunun yüksek ALA içeriğine sahip olduğunu göstermektedir.

Bu proje kapsamında yapılan serbest yağ asitliği analizine ait tatlı bisküvilerin depolama süresince serbest yağ asitliğinde meydana gelen değişim Tablo 4.25’de verilmiştir. Aylara göre serbest yağ asitleri değişim grafiği ise Şekil 4.20’de gösterilmiştir. Ayrıca bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.51’de belirtilmiştir. Yapılan varyans analizine göre depolama süresinin ve chia tohumu ikame oranının artması kontrol grubu ve chia tohumu ikameli glutensiz bisküvilerin serbest yağ asitliği değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 4. 20 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde serbest yağ asitliği değerlerinde meydana gelen değişim

Tablo 4. 25 Glutensiz tatlı bisküvilerin serbest yağ asitliği analiz sonuçları

Ürün İsmi	Zaman	%Oleik asit
Kontrol Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	2.25 ± 1.124 ^e
	2.ay	2.34 ± 1.174 ^d
	4.ay	2.60 ± 1.299 ^b
	6.ay	0.91 ± 0.456 ^j
% 10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	2.50 ± 1.249 ^c
	2.ay	2.48 ± 1.243 ^c
	4.ay	2.74 ± 1.370 ^a
	6.ay	1.44 ± 0.719 ^h
% 15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	1.37 ± 0.684 ⁱ
	2.ay	1.56 ± 0.782 ^g
	4.ay	2.01 ± 1.007 ^f
	6.ay	1.38 ± 0.689 ⁱ
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	1.31 ± 0.654 ⁱ
	2.ay	1.49 ± 0.746 ^{gh}
	4.ay	1.57 ± 0.785 ^g
	6.ay	1.40 ± 0.700 ^h

LSD =0.0857

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Tablo Ek.A.51.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Glutensiz tatlı bisküvilerin depolama öncesi %oleik asit içeriğine bakıldığında; %20 chia tohumu ikameli bisküvi, kontrol grubu ve % 10 chia tohumu ikameli bisküvi istatistiksel olarak birbirinden farklıyken, %15 chia tohumu ikameli bisküvi ile aynıdır. Depolama süresine bağlı olarak % oleik asit değerleri incelendiğinde; kontrol grubu örneği depolama boyunca istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). %10 chia tohumu ikameli bisküvilerde depolama öncesi 2 ay depolamadan farksızken, 4 ay

ve 6 ay depolama ile farklıdır. %15 chia tohumu ikameli bisküvilerde depolama öncesi, 2 ve 4 ay depolama ile birbirinden farklıdır. Ancak 6 ay depolama ile istatistiksel açıdan aynıdır. %20 chia tohumu ikameli bisküvi, depolama öncesi ile 6 ay depolama arasında istatistiksel olarak fark yokken, 2 ve 4 ay depolama ile fark bulunmuştur. Ayrıca 2 ve 4 ay depolama birbirinden farksızdır.

Depolama süresi boyunca glutensiz tatlı bisküvilerin serbest yağ asitliği değerlerine bakılırsa 4. aya kadar artış göstermiş ve sonrasında azalmaya başlamıştır. Sertakan [84]'a göre bisküvilerin depolama boyunca yağ asitlerinin ve peroksitlerin oluşumu esnasında meydana gelen kimyasal aktiviteler yağ asidi miktarlarının artmasına veya azalmasına neden olabilir. Lipitlerin hidrolizi sonucunda lipaz enzimi yardımıyla bileşimlerinde önemli değişimler oluşabilir ve bu durum yağ asitleri değerlerini artırabilir. Fakat bazı durumlarda bu yağ asitlerinin bazılarında lipoksigenaz enzimi yardımıyla okside olmaları ve miktarlarında azalma meydana gelebileceği bildirmiştir.

Chia tohumu oranının etkisine bakıldığında ise chia tohumu oranı arttıkça tatlı bisküvilerdeki serbest yağ asitliği değeri azalış göstermektedir. Tablo 4.25'de görüldüğü gibi glutensiz tatlı bisküvilerin depolama süresince serbest yağ asitliği analizinde tespit edilen en yüksek değer %10 chia tohumu ikameli tatlı bisküvinin 4. ayında, en düşük değer ise kontrol grubunun 6. ayında tespit edilmiştir.

Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama süresince serbest yağ asitliğinde meydana gelen değişim Tablo 4.26'da verilmiştir. Aylara göre serbest yağ asitleri değişim grafiği ise Şekil 4.21'de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.52'de belirtilmiştir. Yapılan varyans analizine göre depolama süresinin ve chia tohumu ikame oranının artması kontrol grubu ve chia tohumu ikameli glutensiz tuzlu bisküvilerin serbest yağ asitliği değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 4. 26 Glutensiz tuzlu bisküvilerin serbest yağ asitliği analiz sonuçları

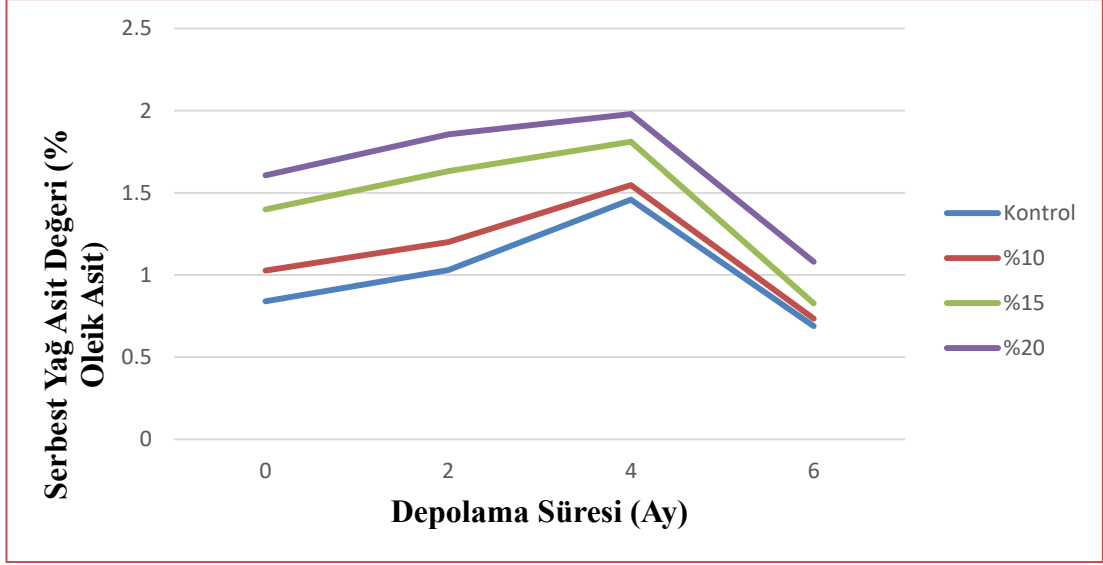
Ürün İsmi	Zaman	%Oleik asit
Kontrol Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	0.84 ± 0.420 ⁱ
	2.ay	1.03 ± 0.515 ^h
	4.ay	1.46 ± 0.729 ^e
	6.ay	0.69 ± 0.344 ^j
% 10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	1.03 ± 0.514 ^h
	2.ay	1.20 ± 0.600 ^g
	4.ay	1.55 ± 0.773 ^d
	6.ay	0.74 ± 0.368 ^j
% 15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	1.40 ± 0.700 ^f
	2.ay	1.63 ± 0.816 ^c
	4.ay	1.81 ± 0.906 ^b
	6.ay	0.83 ± 0.420 ⁱ
% 20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	1.61 ± 0.803 ^c
	2.ay	1.86 ± 0.929 ^b
	4.ay	1.98 ± 0.990 ^a
	6.ay	1.08 ± 0.541 ^h

LSD=0.0590

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$) (Tablo Ek.A.52.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 21 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde serbest yağ asitliği değerlerinde meydana gelen değişim

Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama öncesi %oleik asit içeriğine bakıldığında; chia tohumu ikame oranının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süresine bağlı olarak % oleik asit değerleri incelendiğinde; tüm tuzlu bisküvi örnekleri depolama boyunca istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama süresince serbest yağ asitliği değerlerine bakılırsa tatlı bisküvilerdeki benzer özelliği göstermiştir. 4. aya kadar artış göstermiş ve sonrasında azalmaya başlamıştır. Chia tohumu oranı ise tatlı bisküvinin aksine oran arttıkça serbest yağ asitliği değerinde de artış meydana gelmiştir. Tablo 4.20’de görüldüğü gibi duncan çoklu karşılaştırma testine göre glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama süresince serbest yağ asitliği analizinde tespit edilen en yüksek değer %20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvinin 4. ayında, en düşük değer ise kontrol grubunun 6. ayında tespit edilmiştir.

Glutensiz tuzlu ve tatlı bisküvilerin Tablo EK.B1 ve Tablo EK.B2’ de görüldüğü gibi serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri arasında sırasıyla ($r=0.75$) ve ($r=0.71$) pozitif korelasyon bulunmaktadır. Ayrıca serbest yağ asitleri nemli ortamda düzenli olarak artış gösterdiği için nem analizi sonuçlarıyla tuzlu bisküviler için

($r=0.94$) pozitif yüksek korelasyon, tatlı bisküviler için ($r=-0.82$) negatif yüksek korelasyon bulunmuştur.

Ancona ve ark. [21] yaptığı çalışmada farklı bölgelere ait chia tohumunun serbest yağ asitliği değerlerini Meksika chia için 2.053, Arjantin chia için 2.050 olarak tespit etmişlerdir.

Mesias ve ark. [28] tam buğday unlu bisküvilere chia unu ilavesiyle üretim yaptıkları bisküvilerde ürettiklerinde ve 1 ay sonrasında serbest yağ asitliği analizleri yapmışlardır. %5, 10, 15, 20 oranında chia unu ilave edilmiş bisküvilerde chia oranı ve depolama süresi arttıkça serbest yağ asitliği değerinde artış meydana gelmektedir. En düşük değer kontrol grubu bisküvi de (%0.4), en yüksek değer ise %20 chia unu ilaveli bisküvide (%3.7) belirlenmiştir.

Sertakan [84] tarafından yapılan farklı oranlarda tritikale unu kullanılarak üretilen petibör bisküvilerde depolama süresince serbest yağ asitliği değerleri artış göstermiş ve 9. aydan sonra bu değerler TS 2383'de belirtilen azami değer üzerine çıktığını belirtmiştir.

Bisküvilerdeki serbest yağ asitliği içeriğinin literatürdeki diğer çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.4.4. Peroksit Analizi

Peroksit sayısı, yağlardaki aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin miliekivalen gram olarak miktarıdır. Yağların; depolanma süresi boyunca sıcaklığın, oksijenin, ışığın, metal iyonlarının vs. etkisiyle bozulmaları söz konusudur. Bu durum ürünlerin oksidasyonunu dolayısıyla peroksit değerini artıracaktır. Ayrıca, oksijen, doymamış yağ asitlerini parçalar ve daha küçük moleküllü yağ asitlerinin oluşmasını sağlar. Depolanan ürünlerde peroksit sayısı belirlenerek oksidasyon derecesi ve raf ömrü belirlenmesi hakkında bilgi sahibi olunabilir.

Depolama süresi boyunca peroksit analizine ait tatlı bisküvilerin peroksit değerinde meydana gelen değişim Tablo 4.27'de gösterilmiştir. Depolama süresince

yapılan glutensiz tatlı bisküvi peroksit analiz sonuçlarına ait değişim grafiği Şekil 4.22’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.45’de gösterilmiştir. Yapılan varyans analizine göre depolama süresinin ve chia tohumu ikame oranının artması kontrol grubu ve chia tohumu ikameli glutensiz tatlı bisküvilerin peroksit değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 4. 27 Glutensiz tatlı bisküvilerin peroksit değeri analiz sonuçları

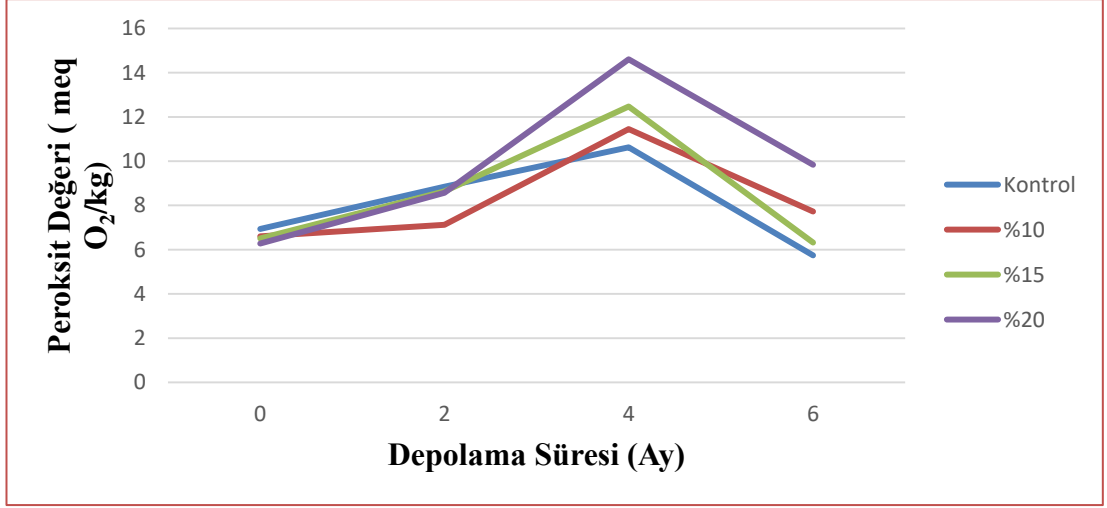
Ürün İsmi	Zaman	meq O ₂ /kg
Kontrol Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	6.93 ± 0.062 ¹
	2.ay	8.85 ± 0.130 ^f
	4.ay	10.62 ± 0.313 ^d
	6.ay	5.75 ± 0.137 ^l
% 10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	6.60 ± 0.055 ^j
	2.ay	7.12 ± 0.036 ¹
	4.ay	11.45 ± 0.202 ^c
	6.ay	7.72 ± 0.015 ^h
% 15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	6.51 ± 0.031 ^{jk}
	2.ay	8.63 ± 0.063 ^g
	4.ay	12.47 ± 0.200 ^b
	6.ay	6.32 ± 0.057 ^k
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	6.28 ± 0.045 ^k
	2.ay	8.57 ± 0.169 ^g
	4.ay	14.61 ± 0.311 ^a
	6.ay	9.84 ± 0.103 ^e

LSD=0.2532

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Tablo Ek.A.45.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 22 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde peroksit değerlerinde meydana gelen değişim

Glutensiz tatlı bisküvilerde, depolama öncesi chia tohumu ikame oranının peroksit değerine üzerine etkisi ve depolama süresine bağlı olarak peroksit değerinde ki değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Glutensiz tatlı bisküvilere chia tohumu ilave edilmesiyle peroksit değerlerinde azalış meydana gelmektedir. Depolama süresinin ilerlemesiyle kontrol grubu ve chia tohumu ikameli tatlı bisküvilerin 4.aya kadar peroksit değerleri artarken, 4. aydan sonra azalmaya başlamıştır. Bunun nedeni olarak peroksitlerin, belirli bir oksidasyon düzeyinden sonra azalarak ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşmesi gösterilebilir. Kontrol tatlı bisküvilerde oksidasyonu engelleyecek bir ürün olmadığından üretim sonrasında hızlı bir şekilde oksidasyon meydana geldiği düşünülmektedir.

Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama süresince peroksit analizine ait değerler Tablo 4.28’de verilmiştir. Aylara göre peroksit değeri değişim grafiği ise Şekil 4.23’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.46’da belirtilmiştir.

Tablo 4. 28 Glutensiz tuzlu bisküvilerin peroksit değeri analiz sonuçları

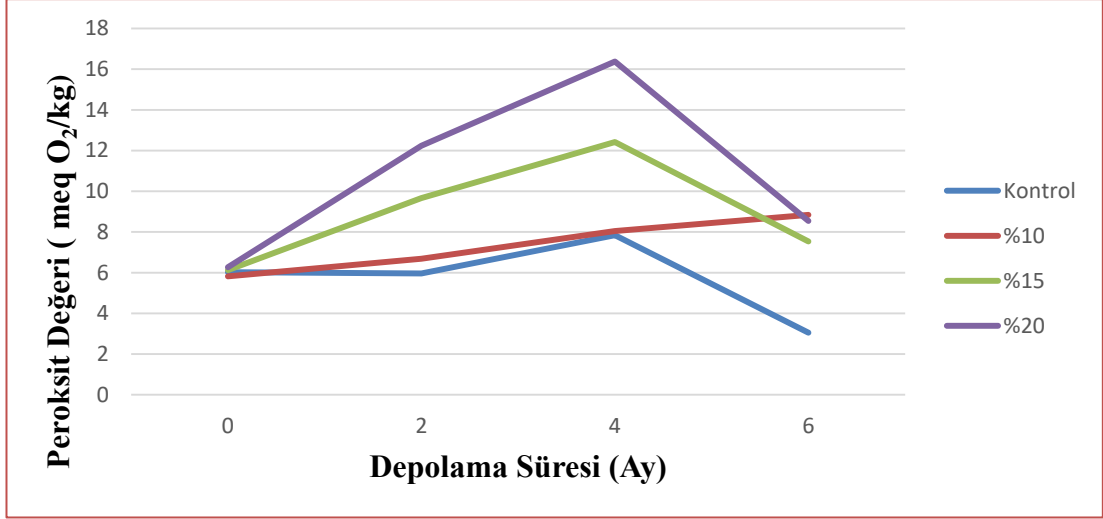
Ürün İsmi	Zaman	meq O ₂ /kg
Kontrol Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	6.02 ± 0.045 ^{kl}
	2.ay	5.96 ± 0.028 ^{kl}
	4.ay	7.84 ± 0.108 ^g
	6.ay	3.05 ± 0.043 ^m
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	5.82 ± 0.072 ^l
	2.ay	6.69 ± 0.025 ^l
	4.ay	8.05 ± 0.016 ^f
	6.ay	8.84 ± 0.046 ^d
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	6.13 ± 0.045 ^{jk}
	2.ay	9.66 ± 0.027 ^c
	4.ay	12.42 ± 0.397 ^b
	6.ay	7.54 ± 0.053 ^h
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	6.27 ± 0.044 ^j
	2.ay	12.24 ± 0.217 ^b
	4.ay	16.38 ± 0.031 ^a
	6.ay	8.54 ± 0.053 ^e

LSD=0.2049

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$) (Tablo Ek.A.46.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p < 0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 23 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde peroksit değerlerinde meydana gelen değişim

Depolama öncesi glutensiz tuzlu bisküvilerde chia tohumu ikame oranının peroksit üzerine etkisi incelendiğinde, kontrol grubu %20 chia tohumu ikameli bisküviden istatistiksel olarak farklıken, %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküviden farksızdır. Depolama süresince peroksit değerleri incelendiğinde; kontrol grubu, depolama öncesi ve 2 ay depolama istatistiksel açıdan birbiri ile aynıken ($p>0.05$), 4 ay ve 6 ay depolama ile farklıdır ($p<0.05$). %10, %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvilerde ise depolama süresince peroksit değeri birbirinden farklıdır.

Depolama süresinin ilerlemesiyle %15 ve %20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvilerin 4.aya kadar peroksit değerleri artarken, 4. aydan sonra azalmaya başlamıştır. Kontrol grubu tuzlu bisküvide ise 2. ay peroksit değeri azalır, 4.ay da artıp 6. ayda tekrar azalan bir grafik oluşturmuştur. %10 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvide ise peroksit değeri artan bir eğilim göstermektedir. Hızlı bir şekilde oluşan oksidasyon sonrası peroksit değerinin azalması ikincil metabolit ürünlerin oluştuğunun göstergesidir. Tuzlu bisküvilerin peroksit değerlerinin tatlı bisküvilerden fazla olmasının sebebi ise daha yüksek sıcaklıkta ve sürede pişirildiği için yağların oksidasyonunun daha hızlı ilerlemesi olarak düşünülmektedir.

Glutensiz tuzlu ve tatlı bisküvilerin Tablo EK.B1 ve Tablo EK.B2’de görüldüğü gibi serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri arasında sırasıyla ($r=0.75$) ve ($r=0.71$) pozitif korelasyon bulunmaktadır. Ayrıca nemli ortamda oksidasyonun

artması ve dolayısıyla peroksit değerinin artırması nem analizi ile peroksit değeri arasındaki korelasyonu güçlendirmiştir. Glutensiz tuzlu bisküviler için ($r=0.74$) pozitif yüksek korelasyon, tatlı bisküviler için ($r=-0.96$) negatif yüksek korelasyon bulunmuştur. Yağ analiz sonucu ve peroksit değerleri arasında ise tuzlu bisküvi için ($r=0.24$) düşük korelasyon ve tatlı bisküvi için ($r=-0.86$) negatif yüksek korelasyon bulunmaktadır.

Wong [85] göre, bitkisel yağlar, özellikle klorofil varlığında ışığa duyarlı olmalarından dolayı ışık altında depolama sırasında fotooksidasyona karşı hassas olduğunu belirtmiştir. Her ne kadar chia yağı çok düşük klorofil içeriğine (4.66 mg / kg yağ) sahip olsada, bu konsantrasyon fotokimyasal oksidasyona neden olmak için yeterli olabileceğini düşünmüştür.

Maróstica ve ark. [80] , yaptığı bir çalışmada farklı chia yağlarının kimyasal karakterizasyonunu incelemiştir. Şili chia yağının peroksit değerini 2.56 meq O₂/kg, Arjantin chia yağının ise 1.00 meq O₂/kg olarak tespit etmiştir. Önemli bir bulgu olarak hiçbir numunenin Codex Alimentarius (1999) tarafından oluşturulan peroksit indeks değeri üst sınırını (10.0 meq O₂/kg) aşmadığını gözlemlemiştir.

Ixtaina ve ark. [86] göre, chia yağı, düşük peroksit değerlerini tutmaktan sorumlu olabilecek tokoferoller, polifenoller ve karotenoidler gibi biyoaktif bileşenler içerir ve sonuç olarak iyi bir oksidatif stabilite sağlayabilir. Ancak proje kapsamında glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin artan peroksit değerinin depolama süresince nem artışından kaynaklandığı düşünülmektedir.

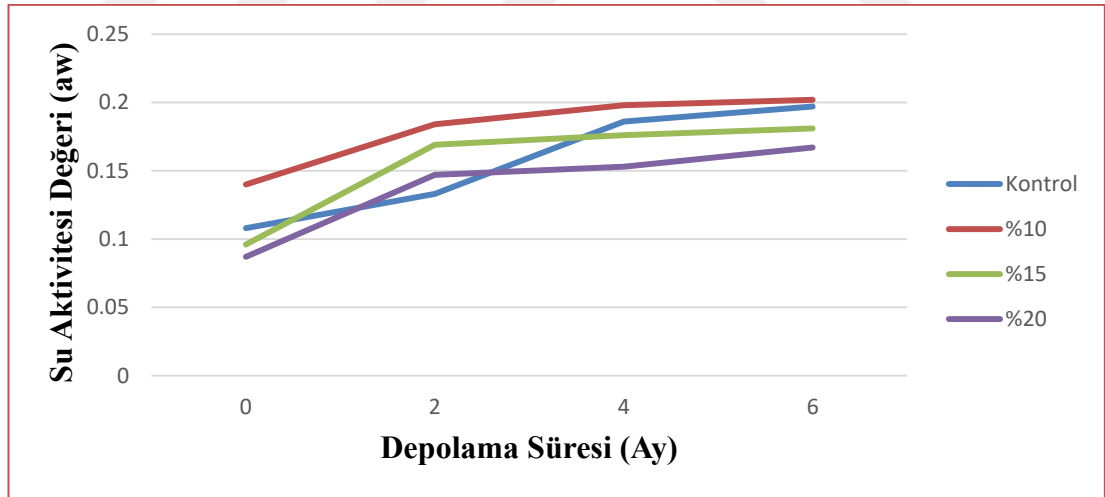
Mesias ve ark. [28] yaptığı çalışmada buğday unu yerine farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15, 20) chia unu ilave ederek ürettiği bisküviler de, bir ay depolama sonunda, kontrol bisküvileri hariç tüm bisküvilerde oksidasyon oluştuğunu belirtmiştir. Başlangıçta, farklı formülasyonlar arasında peroksit değerleri ve oksidasyon bileşiklerinde anlamlı fark ($p>0.05$) görülmezken, artan chia ilavesiyle artan oranda hidrolitik bileşikler, özellikle serbest yağ asitleri ortaya çıktığını bildirmiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan yağın katkısının dikkate alınmadığını, çünkü tüm formülasyonda aynı oranda kullanıldığını belirtmiştir. Bu nedenle, sonuçların chia unu ve buğday unu yağlarının farklı içeriklerinden oluştuğu görülmektedir. Chia un ilavesinin, lipid

oksidasyonunu büyük ölçüde hızlandırdığı açıktır. Bu bulguların literatürde bildirilenlerle uyumlu olduğunu savunmuştur.

Özet olarak, formülasyondaki chia içeriği bisküvinin raf ömrünü şartlandırabilir. Chia'da bulunan bol miktarda PUFA'lar tarafından sağlanan beslenme yararları, ileri oksidasyon bileşiklerinin hızlı oluşumu ile geçersiz hale getirilebilir.

4.4.5. Su Aktivitesi Analizi

Bu proje kapsamında yapılan su aktivitesi analizine ait tatlı ve tuzlu bisküvilerin depolama süresince su aktivitesinde meydana gelen değişim sırasıyla Tablo 4.29 ve Tablo 4.30'da verilmiştir. Aylara göre su aktivitesi değişim grafiği ise sırasıyla Şekil 4.24 ve Şekil 4.25'de verilmiştir. Ayrıca bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.49 ve Tablo EK A.50'de belirtilmiştir. Yapılan varyans analizine göre depolama süresinin ve chia tohumu ikame oranının artması kontrol grubu ve chia tohumu ikameli glutensiz bisküvilerin su aktivitesi değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 4. 24 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişim

Tablo 4. 29 Glutensiz tatlı bisküvilerin su aktivitesi analiz sonuçları

Ürün İsmi	Zaman	aw
Kontrol Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	0.11 ± 0.001 ¹
	2.ay	0.13 ± 0.000 ^h
	4.ay	0.19 ± 0.000 ^b
	6.ay	0.20 ± 0.004 ^a
% 10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	0.14 ± 0.008 ^g
	2.ay	0.18 ± 0.001 ^b
	4.ay	0.20 ± 0.002 ^a
	6.ay	0.20 ± 0.003 ^a
% 15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	0.10 ± 0.001 ^j
	2.ay	0.17 ± 0.003 ^d
	4.ay	0.18 ± 0.001 ^c
	6.ay	0.18 ± 0.001 ^b
% 20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	0.09 ± 0.001 ^k
	2.ay	0.15 ± 0.002 ^f
	4.ay	0.15 ± 0.000 ^e
	6.ay	0.17 ± 0.005 ^d

LSD =0.0048

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Tablo Ek.A.49.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Depolama öncesi glutensiz tatlı bisküviler de chia tohumu ikame oranının su aktivite değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$). Ayrıca depolama süresine bağlı olarak su aktivite değişimi incelendiğinde; kontrol grubu, % 15 ve % 20 chia tohumu ikameli bisküviler de depolama boyunca peroksit değerleri birbirinden farklı bulunmuştur. %10 chia tohumu ikameli bisküvide ise depolama öncesi 2-6 ay depolamadan farklıyken, 4 ay ve 6 ay depolama birbiri ile aynıdır.

Tablo 4. 30 Glutensiz tuzlu bisküvilerin su aktivitesi analiz sonuçları

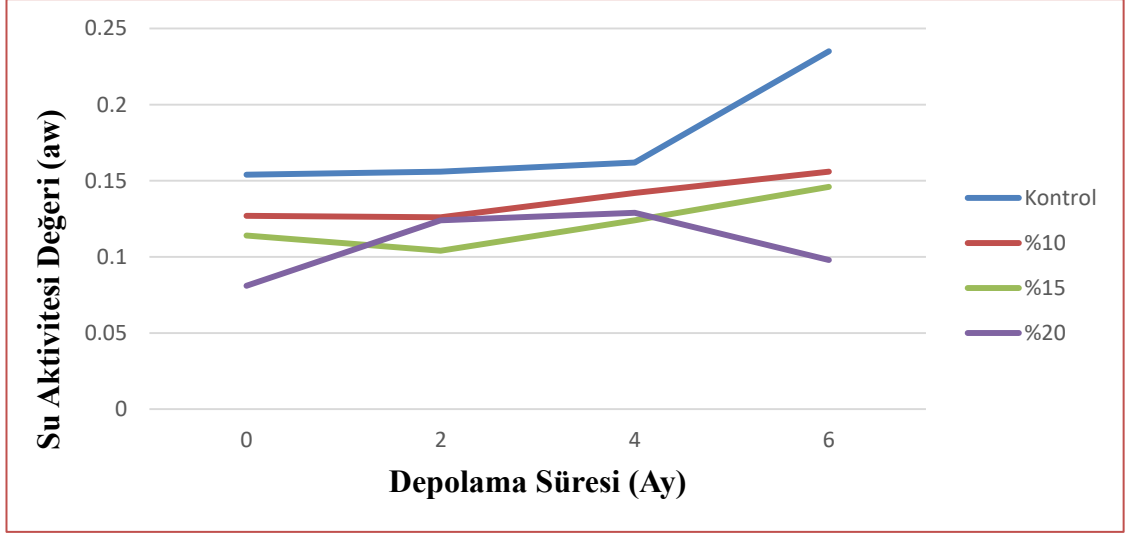
Ürün İsmi	Zaman	aw
Kontrol Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	0.15 ± 0.004 ^{bcd}
	2.ay	0.16 ± 0.001 ^{bc}
	4.ay	0.16 ± 0.001 ^b
	6.ay	0.24 ± 0.023 ^a
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	0.13 ± 0.003 ^e
	2.ay	0.13 ± 0.001 ^e
	4.ay	0.14 ± 0.000 ^d
	6.ay	0.16 ± 0.003 ^{bc}
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	0.11 ± 0.005 ^{fg}
	2.ay	0.10 ± 0.001 ^{hg}
	4.ay	0.12 ± 0.001 ^{ef}
	6.ay	0.15 ± 0.005 ^{cd}
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	0.08 ± 0.009 ⁱ
	2.ay	0.12 ± 0.001 ^{ef}
	4.ay	0.13 ± 0.001 ^e
	6.ay	0.10 ± 0.001 ^h

LSD =0.0111

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Tablo Ek.A.50.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



Şekil 4. 25 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişim

Glutensiz tuzlu bisküvilerde depolama öncesi su aktivite değerine chia tohumu ikame oranının etkisi incelendiğinde, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama süresine bağlı bisküvilerin su aktivitelerinde ki değişim incelendiğinde; kontrol bisküvinin depolama öncesi, 2 ay ve 4 ay depolama ile istatistiksel olarak farksızken, 6 ay depolama ile farklıdır. %10 chia tohumu ikameli bisküvi depolama öncesi ile 2 ay depolama aynıken 4 ay ve 6 ay depolama farklıdır. %15 chia tohumu ikameli bisküvilerde 6 ay depolama diğer depolama sonuçlarından istatistiksel olarak farklıdır. Depolama öncesi, 2 ay ve 4 ay depolama ise birbirinden farksızdır. %20 chia tohumu ikameli bisküvilerde, depolama önce 2-6 ay depolamadan farklı, ancak 2 ay ve 4 ay depolama birbiriyle aynıdır.

Barros ve ark. [92] çalışmada tavuklara %5, 10, 15, 20 oranında chia unu ekleyerek oluşacak kalite özelliklerini belirlemiştir. %10 oranında chia unu eklenmesi kontrol grubuyla farklı bulunmamıştır ($p > 0.05$) ancak %15 oranında ve %20 chia oranında aw değeri azalış göstermektedir. Kısacası chia oranının artmasıyla aw değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Ayrıca bu çalışma da aw değeri ile nem içeriğinin negatif yönlü bir ilişkisi olduğu bildirilmiştir.

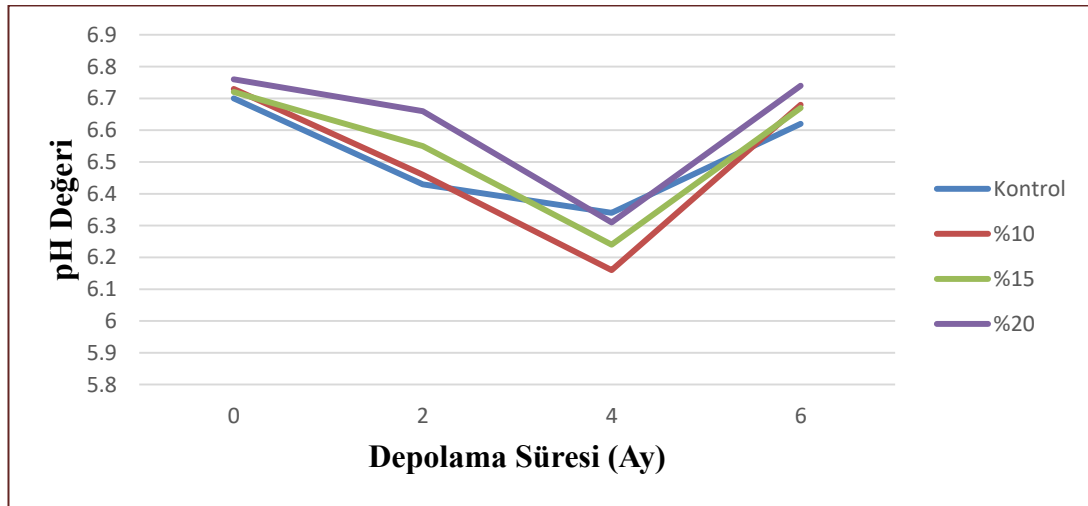
Mesias ve ark. [28] göre buğday ununun chia unu ile formülasyonlara değiştirilmesi, kontrol numunesine kıyasla bisküvi nem oranını, su aktivitesini ve pH değerini önemli ölçüde azalttığını ($p < 0.05$) belirtmiştir.

Bisküvilerdeki su aktivitesi içeriğinin literatürdeki diğer çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Glutensiz tuzlu ve tatlı bisküvilerin Tablo EK.B1 ve Tablo EK.B2' de görüldüğü gibi su aktivitesi ve nem değerleri arasında sırasıyla ($r = -0.96$) ve ($r = -0.56$) negatif korelasyon bulunmaktadır. Ayrıca su aktivitesi değerine chia tohumu oranının etkisi incelendiğinde tuzlu bisküvi için ($r = -0.95$), tatlı bisküvi için ($r = -0.56$) negatif korelasyon bulunmaktadır. Tuzlu bisküviler için veriler önemli çıkarken ($p < 0.05$), tatlı bisküviler için önemli fark bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

4.4.6. pH Analizi

Bu proje kapsamında yapılan pH analizine ait tatlı bisküvilerin depolama süresince pH değerinde meydana gelen değişim Tablo 4.31de verilmiştir. Aylara göre pH değişim grafiği ise sırasıyla Şekil 4.26 ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.47'de belirtilmiştir.



Şekil 4. 26 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde pH değerlerinde meydana gelen değişim

Tablo 4. 31 Glutensiz tatlı bisküvilerin pH analiz sonuçları

Ürün İsmi	Zaman	pH
Kontrol Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	6.70 ± 0.061 ^a
	2.ay	6.43 ± 0.012 ^{cde}
	4.ay	6.34 ± 0.088 ^{de}
	6.ay	6.62 ± 0.006 ^{ab}
%10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	6.73 ± 0.017 ^a
	2.ay	6.46 ± 0.008 ^{dc}
	4.ay	6.16 ± 0.150 ^f
	6.ay	6.68 ± 0.006 ^a
%15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	6.72 ± 0.030 ^a
	2.ay	6.55 ± 0.021 ^{bc}
	4.ay	6.24 ± 0.221 ^g
	6.ay	6.67 ± 0.047 ^a
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	Depolama Öncesi	6.76 ± 0.027 ^a
	2.ay	6.66 ± 0.014 ^{ab}
	4.ay	6.31 ± 0.060 ^{fe}
	6.ay	6.74 ± 0.037 ^a

LSD =0.1205

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Tablo Ek.A.47.)

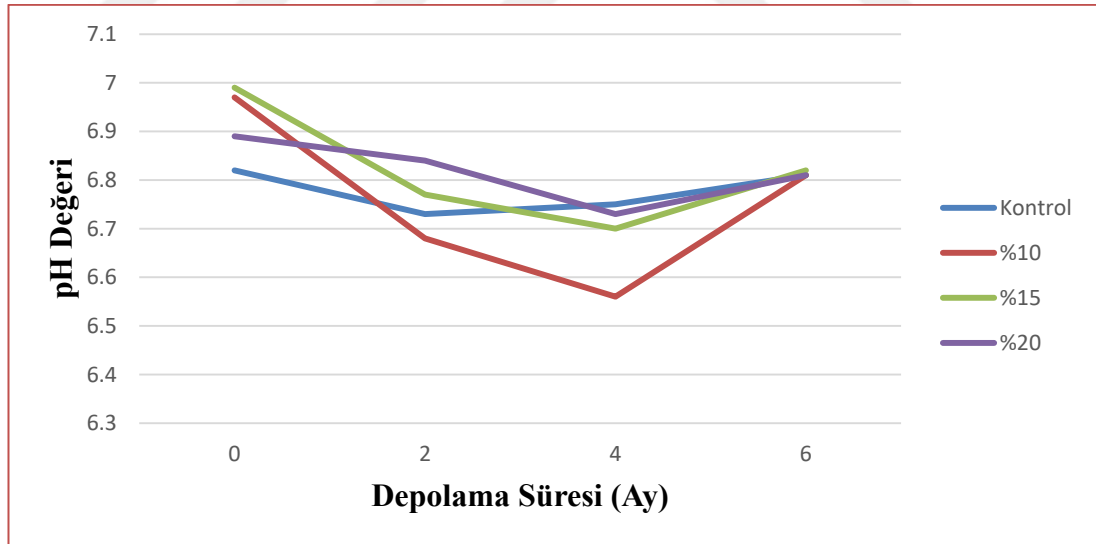
Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Depolama öncesi chia tohumu ikame oranının pH üzerine etkisine bakıldığında, chia tohumu oranının glutensiz tatlı bisküvi pH üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Depolama süresine bağlı olarak glutensiz tatlı bisküvilerin pH değerleri incelendiğinde ise, kontrol grubu, 2 ay ve 4 ay depolama istatistiksel olarak depolama öncesinden düşük ve farklıdır. Ancak 2 ay ve 4 ay

depolama birbiri ile aynıdır. 6 ay depolama ise depolama öncesinden farksızdır. %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvi depolama öncesi 6 ay depolama ile istatistiksel açıdan farksızken, 2 ay ve 4 ay depolama ile farklıdır. Ayrıca 2 ay ve 4 ay depolama arasında istatistiksel açıdan önem bulunmaktadır ($p<0.05$). %20 chia tohumu ikameli bisküvi depolama öncesi pH değeri, 2 ay ve 6 ay depolama birbirinden farksızken, 4 ay depolama ile farklıdır.

Glutensiz tatlı bisküvilerin pH değerinde depolamanın 4. ayına kadar azalış sonrasında ise artış meydana geldiğini görülmektedir. Genel olarak bakıldığında en yüksek pH değeri 0.ay kontrol grubunda, en düşük değer ise 4. ay %10 chia tohumu ikameli bisküvide belirlenmiştir.

Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama süresince pH değerinde meydana gelen değişim Tablo 4.32’de verilmiştir. Aylara göre pH değişim grafiği ise Şekil 4.27’de verilmiştir. Ayrıca bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo EK A.58’de belirtilmiştir.



Şekil 4. 27 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde pH değerlerinde meydana gelen değişim

Tablo 4. 32 Glutensiz tuzlu bisküvilerin pH analiz sonuçları

Ürün İsmi	Zaman	pH
Kontrol Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	6.82 ± 0.113 ^{cd}
	2.ay	6.73 ± 0.041 ^{de}
	4.ay	6.75 ± 0.026 ^{de}
	6.ay	6.81 ± 0.002 ^{cd}
%10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	6.97 ± 0.028 ^{ab}
	2.ay	6.68 ± 0.028 ^e
	4.ay	6.56 ± 0.131 ^f
	6.ay	6.81 ± 0.007 ^{cd}
%15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	6.99 ± 0.060 ^a
	2.ay	6.77 ± 0.019 ^{de}
	4.ay	6.70 ± 0.074 ^e
	6.ay	6.82 ± 0.009 ^{cd}
%20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	Depolama Öncesi	6.89 ± 0.018 ^{bc}
	2.ay	6.84 ± 0.006 ^{cd}
	4.ay	6.73 ± 0.102 ^{de}
	6.ay	6.81 ± 0.005 ^{cd}

LSD =0.0968

Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Tablo Ek.A.48.)

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.

Depolama öncesi chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi pH'ı üzerine etkisi incelendiğinde, %10 chia tohumu ikameli bisküvi kontrol grubundan istatistiksel olarak farklıken, %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküviler ile aynıdır. %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküviler ise birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Depolama süresine bağlı olarak glutensiz tuzlu bisküvilerin pH değerleri

incelendiğinde ise, kontrol grubu glutensiz tuzlu bisküvi depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuşken ($p>0.05$), %10 chia tohumu ikameli bisküvilerin önemli bulunmuştur ($p<0.05$). %20 chia tohumu ikameli bisküvi depolama öncesi, 2-6 ay depolama ile istatistiksel açıdan farklıdır. Glutensiz tuzlu bisküvilerde depolamanın pH üzerine etkisi ise önemsizdir ($p>0.05$).

Glutensiz tuzlu bisküvilerde, tatlı bisküvilerde olduğu gibi pH değerinde depolamanın 4. ayına kadar azalış sonrasında ise artış meydana geldiğini görülmektedir. Genel olarak bakıldığında en yüksek pH değeri 0.ay ve %15 chia tohumu ikameli bisküvide, en düşük değer ise 4. ay %10 chia tohumu ikameli bisküvide belirlenmiştir. Ayrıca chia tohumu oranının artması genel olarak pH değerinin artmasına neden olmuştur.

Glutensiz tuzlu ve tatlı bisküvilerin pH değerlerinde 4. aya kadar düşüş sonrasında artış olması, depolama süresince serbest yağ asitliği değerlerinin 4. Aya kadar artması ve sonrasında düşmesiyle ilişkilendirilebilir. Ortamdaki asitliğin artmasına ve azalmasına bağlı olarak pH değerlerinde artış ve azalışın olması beklenen bir durumdur.

Glutensiz tuzlu ve tatlı bisküvilerin Tablo EK.B1 ve Tablo EK.B2' de görüldüğü gibi serbest yağ asitliği ve pH değerleri arasında sırasıyla ($r=0.07$) ve ($r=-0.26$) korelasyon bulunmaktadır. Tuzlu bisküviler de pH ve serbest yağ asitliği değerlerinde depolama süresi boyunca meydana gelen değişimler arasında oldukça düşük korelasyon bulunmuştur. Lipit parçalanması sonucu ortaya oluşan serbest yağ asitlerinin, her bir tuzlu bisküvide farklı düzeyde olduğu düşünülebilir. Aynı şartlar da üretilen ve aynı yağ içeriğine sahip olan tuzlu bisküvilerde oluşan bu farklılığa chia tohumu oranının etkilediği belirtilebilir.

Tüfekçi ve ark. [73] chia ilavesiyle (%0, 5, ve 10 oranında) galeta formülasyonu geliştirmiştir. Üretilen galetalarda pH analizi yapmış ve pH değerlerinin chia tohumu ilavesiyle artış gösterdiğini istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunduğunu ($p<0.05$) bildirmiştir.

Yaptığı çalışmada yağı azaltmış tavuk köfte örneklerine chia unu ilave etmiş ve chia ununun kontrol grubuna göre örneklerin pH değerini düşürdüğünü bildirmiştir. Ayrıca chia ununun diyet lif oranını arttırdığını ve bu durumda pH değerinde azalmaya neden olduğunu söylemiştir.

Choi ve ark. [93] yaptığı çalışmada hazırladığı köftelere farklı oranlarda diyet lifi ilave etmiş ve artan diyet lif oranının pH değerini düşürdüğünü belirtmiştir.

Bu bilgiler doğrultusunda chia tohumunun yüksek diyet lif içeriğine sahip olması chia ikame oranına bağlı olarak pH değerini etkilediği düşünülmektedir.

4.4.7. Duyusal Değerlendirme

Glutensiz tatlı bisküvilerin depolama sürecine bağlı olarak duyusal panel sonunda anlamlı çıkan ($p<0.05$) görünüş/renek, lezzet, gevreklik ve genel beğeni verilerinde meydana gelen değişim sırasıyla Tablo 4.33'de, gevreklik değerine ait grafik Şekil 4.28'de, görünüş değerine ait grafik Şekil 4.29'da, lezzet değerine ait grafik Şekil 4.30'da ve son olarak genel beğeni değerine ait grafik Şekil 4.31'de verilmiştir. Ayrıca bu değerlere ait varyans analiz sonuçları tatlı bisküviler için Görünüş/Renek Tablo Ek.A.55, Lezzet Tablo Ek.A.57, Gevreklik Tablo Ek.A.41, Genel Beğeni Tablo Ek.A.59'de belirtilmiştir. Yapılan varyans analizine göre depolama süresinin ve chia tohumu ikame oranının artması kontrol grubu ve chia tohumu ikameli glutensiz bisküvilerin görünüş/renek, lezzet, gevreklik ve genel beğeni değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 4. 33 Glutensiz tatlı bisküvilerin duyusal analiz sonuçları

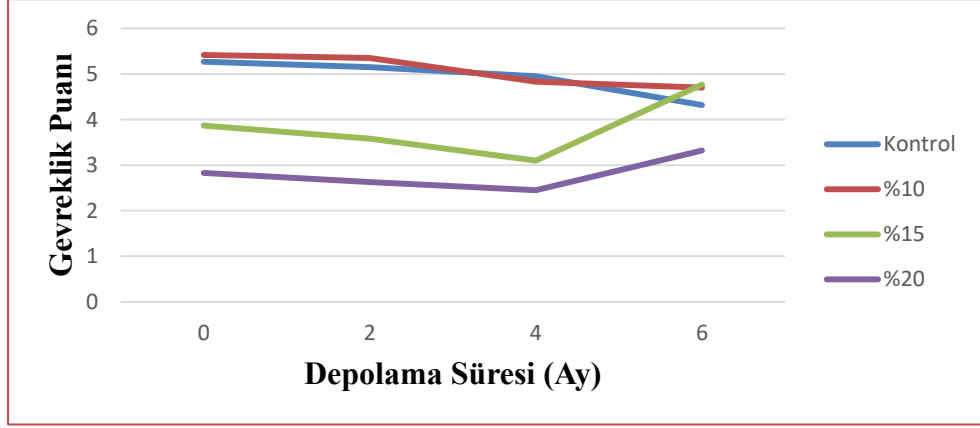
Ürün İsmi	Zaman	Görünüş/Renk	Lezzet	Gevreklik	Genel Beğeni
Kontrol Tatlı Bisküvi	D.Öncesi	5.87±0.14 ^a	5.23±0.12 ^a	5.23±0.03 ^{ab}	4.72±0.03 ^a
	2.ay	5.65±0.08 ^{ab}	5.20±0.10 ^{ab}	5.15±0.05 ^{bc}	4.50±0.08 ^{abc}
	4.ay	5.50±0.10 ^{bc}	5.15±0.09 ^b	4.95±0.03 ^{cd}	4.35±0.05 ^{bcd}
	6.ay	5.40±0.10 ^{bcd}	5.03±0.03 ^c	4.32±0.13 ^e	4.27±0.20 ^{cd}
%10 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	D.Öncesi	5.23±0.12 ^{cde}	4.73±0.06 ^{ef}	5.42±0.23 ^a	4.67±0.06 ^a
	2.ay	5.20±0.08 ^{cde}	4.70±0.03 ^{fg}	5.35±0.15 ^{ab}	4.60±0.08 ^{ab}
	4.ay	5.25±0.02 ^{cde}	4.50±0.03 ^h	4.83±0.05 ^d	4.60±0.08 ^{ab}
	6.ay	5.40±0.05 ^{bcd}	4.35±0.18 ⁱ	4.70±0.22 ^d	4.62±0.21 ^{ab}
%15 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	D.Öncesi	5.02±0.06 ^e	4.93±0.03 ^d	3.87±0.12 ^f	4.27±0.03 ^{cde}
	2.ay	5.00±0.03 ^{ef}	4.80±0.08 ^e	3.87±0.12 ^f	4.20±0.05 ^{df}
	4.ay	5.00±0.03 ^{ef}	4.63±0.08 ^g	3.10±0.12 ^h	4.15±0.08 ^{efgd}
	6.ay	5.10±0.18 ^{de}	4.25±0.06 ^j	4.77±0.03 ^d	4.10±0.15 ^{efgd}
%20 Chia Tohumu İkameli Tatlı Bisküvi	D.Öncesi	4.68±0.06 ^g	4.97±0.03 ^{cd}	2.83±0.23 ⁱ	3.97±0.06 ^{gf}
	2.ay	4.65±0.03 ^g	4.80±0.03 ^e	2.63±0.09 ^{ij}	3.90±0.03 ^{gh}
	4.ay	4.70±0.03 ^{gf}	4.65±0.05 ^g	2.45±0.13 ^j	3.97±0.05 ^{gf}
	6.ay	5.12±0.32 ^{de}	4.30±0.18 ^{ij}	3.32±0.33 ^h	4.02±0.38 ^{efg}
	LSD		0.2953	0.0688	0.2349

D.Öncesi: Depolama Öncesi

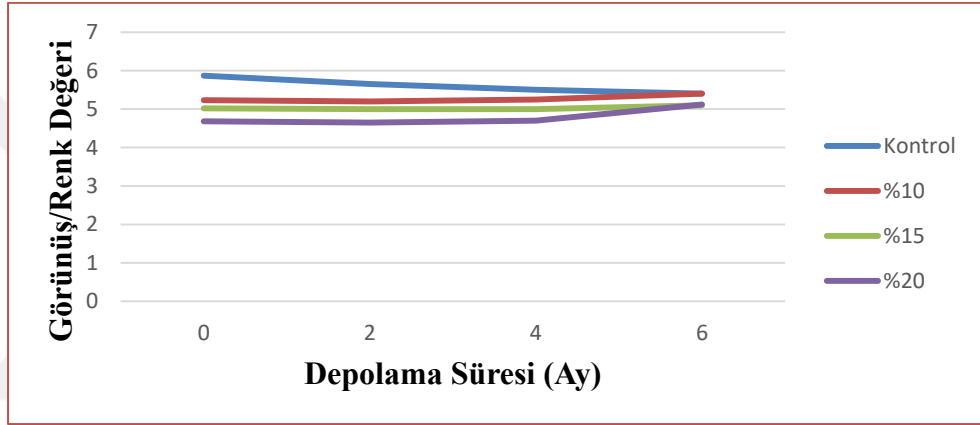
Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Görünüş/Renk Tablo Ek.A.55., Lezzet Tablo Ek.A.57., Gevreklik Tablo Ek.A.41., Genel Beğeni Tablo Ek.A.59.)

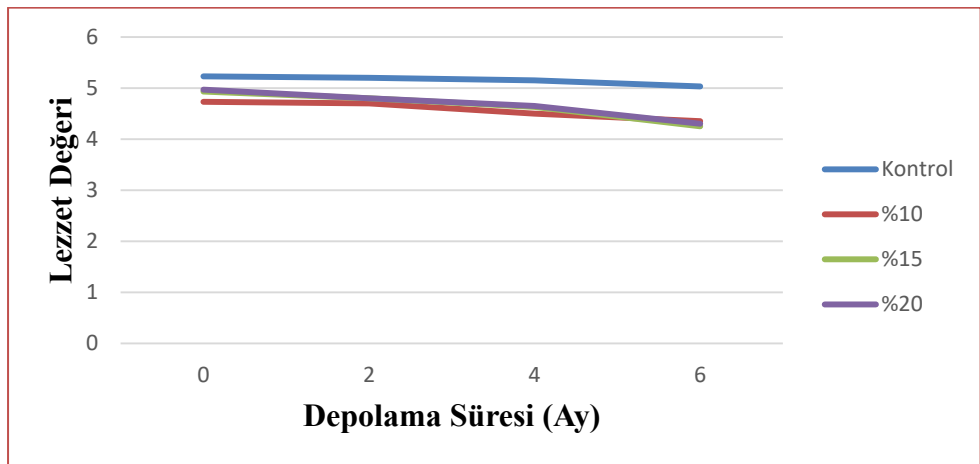
Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



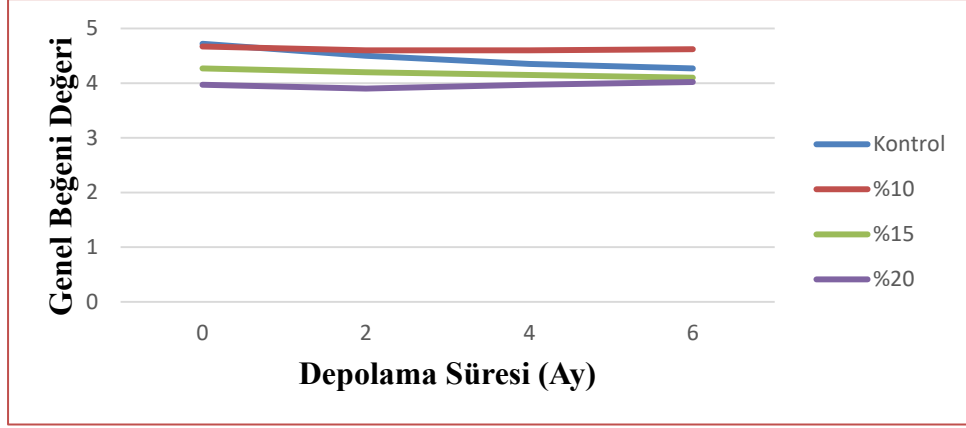
Şekil 4. 28 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde gevreklik değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4. 29 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde görünüş/rengi değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4. 30 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde lezzet değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4. 31 Glutensiz tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde genel beğeni değerlerinde meydana gelen değişim

Depolama öncesi chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi görünüşü üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek değer üretim sonrası yapılan duyusal panelde kontrol grubunda, en düşük değer 6 ay depolama sonunda %20 chia tohumu ikameli bisküvi grubunda belirlenmiştir. Depolama öncesi chia tohumu ikame oranı arttıkça görünüş puanı düşmüştür. Panelistlerin chia tohumunun bisküvilerde sağladığı görünüşten kontrole göre daha az memnun oldukları söylenebilir. %10 ve %15 chia tohumu ikame edilen tatlı bisküvilerin görünüşleri istatistiksel açıdan farklılık göstermezken ($p>0.05$), kontrol ve %20 chia tohumu ikameli bisküvilerin görünüşleri birbirinden ve diğer örneklerden farklıdır ($p<0.05$). Depolama süresine bağlı bisküvilerin duyusal görünüş puanlarındaki değişim incelendiğinde; kontrol bisküvinin depolama öncesi ve 2 ay depolamada görünüş puanı istatistiksel açıdan değişiklik göstermemiştir. 4 ve 6 ay depolama sonunda ise depolama öncesinden düşük ve farklıdır ($p<0.05$). %10 ve %15 chia tohumu ikameli bisküvi depolama süresince görünüş bakımından farklılık göstermemiştir. %20 chia tohumu ikameli bisküvi 0-4 ay depolama boyunca görünüş bakımından farklı değilken 6 ay depolama sonunda depolama öncesine göre farklı ve daha yüksek görünüş puanına sahiptir. Glutensiz tatlı bisküvilerin duyusal panel görünüş/reng değerlerinin enstrümental renk analiz sonuçlarıyla ilişkisi incelenmiş ve sadece b^* değeri ile aralarında ($r=0.82$) pozitif korelasyon bulunmuştur (Tablo EK.B7).

Depolama öncesi chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi lezzet üzerine etkisi incelendiğinde, glutensiz tatlı bisküvilerde chia tohumu ikame oranı arttıkça lezzette artış, depolama süresi ilerledikçe lezzette azalış meydana gelmiştir.

Chia tohumu oranının glutensiz tatlı bisküvi lezzet üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Chia tohumu ikameli bisküvilerin tamamı istatistiksel olarak kontrolden farklıken %15 ve %20 chia tohumu ikameli tatlı bisküviler birbiri ile aynıdır. Panelist puanlarına göre, en yüksek lezzet değerine sahip olan tatlı bisküvi kontrol grubunda depolama öncesi yapılan analiz sonucunda bulunmuştur. Depolama süresine bağlı olarak glutensiz tatlı bisküvilerin lezzet puanları incelendiğinde ise, kontrol grubu ve %10 chia ikameli bisküvinin depolama öncesi ve 2 ay depolamada lezzet puanı istatistiksel açıdan aynıken, 4 ve 6 ay depolama sonunda depolama öncesinden düşük ve farklıdır ($p<0.05$). %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvilerde ise depolama boyunca istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Lezzet puanlamasında zamanla azalmanın meydana gelmesinin, depolama süresince bisküvilerin nem kazanması ve oksidasyonun artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Panelistlerin depolama öncesi gevreklik değerlerine verdikleri puanlar incelendiğinde, en yüksek puanı kontrol grubunun aldığı görülmektedir. Chia tohumu ikame oranının artmasıyla gevreklik değerlerinde azalma meydana gelmektedir. Chia tohumu oranının glutensiz tatlı bisküvi gevreklik üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). %10 chia tohumu ikameli bisküviler istatistiksel olarak kontrolden farksızken, %15 ve %20 chia tohumu ikameli tatlı bisküviler kontrolden farklıdır. Depolama boyunca glutensiz tatlı bisküvilerin gevreklik puanlarında ki değişime bakıldığında; kontrol grubu bisküvinin depolama öncesi, 2 ay ve 4 ay depolamada gevreklik puanı istatistiksel açıdan değişiklik göstermemiştir. 6 ay depolama ise depolama öncesinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). %10 chia tohumu ikameli glutensiz tatlı bisküvilerin depolama öncesi ve 2 ay depolama gevreklik puanı istatistiksel olarak birbirinden farksızdır. Aynı durum 4 ay ve 6 ay depolama puanında da görülmektedir. %15 ve %20 chia tohumu ikameli glutensiz tatlı bisküvi depolama öncesi ve 2 ay depolama istatistiksel olarak birbiriyle aynıken, 4 ay ve 6 ay depolama sonunda depolama öncesine göre farklı ve daha düşük gevreklik puanına sahiptir.

Chia tohumu ikame oranına göre glutensiz tatlı bisküvi gevreklik değerleri incelendiğinde, en yüksek değer üretim sonrası yapılan duyu panelde %10 chia tohumu ikameli bisküvide belirlenmiştir. Depolama süresi ilerledikçe tatlı bisküvi

gevreklik değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Ayrıca tatlı bisküvi formülasyonunda chia tohumu ikame oranı arttıkça bu değer azalış göstermektedir. Gevreklik değerinde azalmanın meydana gelmesiyle sertlik değerinde artış olması beklenmektedir ki bu da elde edilen tekstür sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. Glutensiz tatlı bisküvilerde Tablo 4.17’de görüldüğü gibi chia tohumu ikame oranının artması ve depolama süresinin ilerlemesiyle sertlik değerlerinde artış tespit edilmiştir. Glutensiz tatlı bisküvilerin gevreklik değerlerinin enstrümental sertlik analiz sonuçlarıyla ilişkisi incelenmiş ve aralarında ($r=-0.70$) negatif korelasyon bulunmuştur (Tablo EK.B9).

Depolama öncesi chia tohumu ikame oranının glutensiz tatlı bisküvi genel beğeni üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek puanı kontrol grubu almaktadır. Chia tohumu ikame oranı arttıkça genel beğeni puanının düştüğü görülmektedir. %10 chia tohumu ikameli bisküviler istatistiksel olarak kontrolden farksızken, %15 ve %20 chia tohumu ikameli tatlı bisküviler kontrolden farklıdır ($p<0.05$). Depolama boyunca bisküvilerin genel beğeni puanındaki değişime bakıldığında; kontrol bisküvi, %10, %15 ve %20 chia tohumu ikameli tatlı bisküvi genel beğeni puanları depolama boyunca istatistiksel açıdan değişiklik göstermemiştir. Depolama süresinde lezzet puanlarında azalmanın meydana gelmesi genel beğeni puanlarını da etkilediği düşünülmektedir.

Glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama sürecine bağlı olarak duyu panel sonunda anlamlı çıkan ($p<0.05$) görünüş/renk, lezzet, gevreklik ve genel beğeni verilerinde meydana gelen değişim Tablo 4.34’de, gevreklik değerine ait grafik ise Şekil 4.32’de, görünüş değerine ait grafik Şekil 4.33.’de, lezzet değerine ait grafik Şekil 4.34.’de ve genel beğeni değerine ait grafik Şekil 4.35.’de gösterilmiştir. Ayrıca bu değerlere ait varyans analiz sonuçları tuzlu bisküviler için Görünüş/Renk Tablo Ek.A.56, Lezzet Tablo Ek.A.58, Gevreklik Tablo Ek.A.42, Genel Beğeni Tablo Ek.A.60’da belirtilmiştir.

Tablo 4. 34 Glutensiz tuzlu bisküvilerin duyusal analiz sonuçları

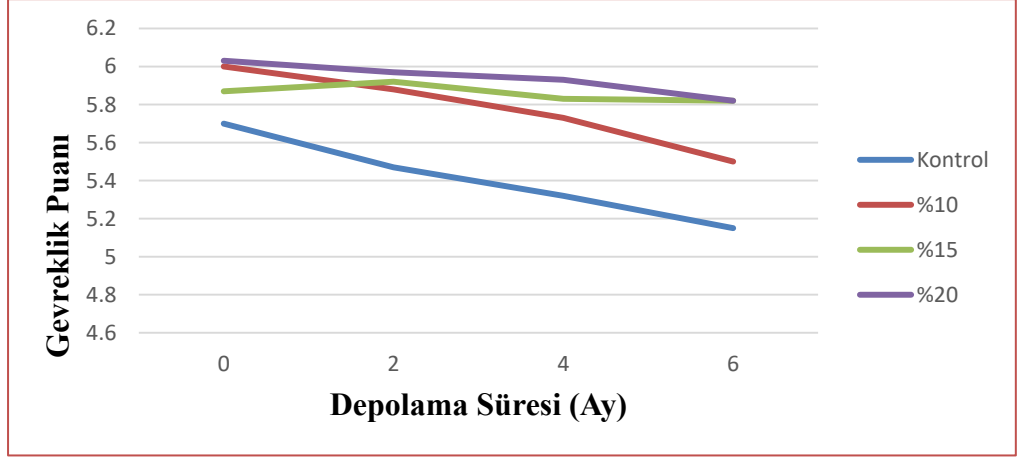
Ürün İsmi	Zaman	Görünüş/Renk	Lezzet	Gevreklik	Genel Beğeni
Kontrol Tuzlu Bisküvi	D.Öncesi	6.23±0.18 ^{ab}	5.67±0.13 ^f	5.70±0.13 ^e	5.62±0.06 ^{cde} _f
	2.ay	6.01±0.08 ^{abc}	5.45±0.13 ^g	5.47±0.03 ^{fg}	5.52±0.03 ^{def} _g
	4.ay	5.93±0.05 ^{bcd}	5.33±0.10 ^h	5.32±0.03 ^g	5.35±0.03 ^{gh} _h
	6.ay	5.77±0.21 ^{cd}	5.18±0.13 ⁱ	5.15±0.22 ^h	5.17±0.16 ⁱ
% 10 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	D.Öncesi	5.97±0.08 ^{abc}	6.05±0.05 ^a	6.00±0.05 ^{ab}	6.12±0.08 ^a
	2.ay	5.65±0.03 ^{de}	5.87±0.05 ^b _c	5.88±0.03 ^{abcd}	6.00±0.05 ^{ab}
	4.ay	5.45±0.03 ^e	5.82±0.03 ^c _d	5.73±0.03 ^{de}	5.85±0.05 ^{bc}
	6.ay	6.03±0.08 ^{abc}	5.77±0.14 ^d _e	5.50±0.05 ^f	5.60±0.09 ^{def}
% 15 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	D.Öncesi	6.05±0.10 ^{abc}	5.92±0.23 ^b	5.87±0.23 ^{abcd} _e	5.68±0.06 ^{cde}
	2.ay	5.95±0.10 ^{abcd}	5.83±0.10 ^c _d	5.92±0.03 ^{abc}	5.45±0.03 ^{efg} _h
	4.ay	6.00±0.05 ^{abc}	5.70±0.23 ^e _f	5.83±0.03 ^{bcde}	5.55±0.06 ^{def} _g
	6.ay	5.98±0.08 ^{cd}	5.50±0.28 ^g	5.82±0.03 ^{cde}	5.75±0.05 ^{cd}
% 20 Chia Tohumu İkameli Tuzlu Bisküvi	D.Öncesi	6.25±0.05 ^a	5.77±0.06 ^d _e	6.03±0.08 ^a	5.40±0.13 ^{fgh} _i
	2.ay	6.05±0.03 ^{abc}	5.77±0.06 ^d _e	5.97±0.08 ^{abc}	5.40±0.13 ^{fgh} _i
	4.ay	5.95±0.05 ^{abcd}	5.45±0.03 ^g	5.93±0.03 ^{abc}	5.25±0.10 ^{hi}
	6.ay	5.90±0.09 ^{cd}	5.35±0.06 ^h	6.00±0.05 ^{cde}	5.20±0.13 ⁱ
			5.10±0.13 ^j	5.35±0.35 ^{ghi}	
LSD		0.2748	0.0832	0.1592	0.1927

D.Öncesi: Depolama Öncesi

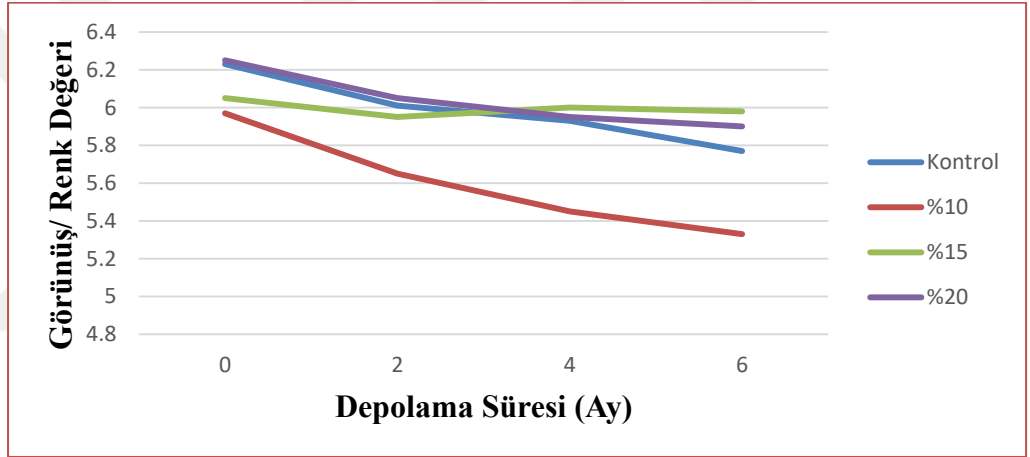
Sonuçlar 3 tekrar halinde üretilen bisküvilerde 3 paralel ölçüm ortalamasıdır.

Zaman × oran etkileşimi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Görünüş/Renk Tablo Ek.A.56., Lezzet Tablo Ek.A.58., Gevreklik Tablo Ek.A.42., Genel Beğeni Tablo Ek.A.60.)

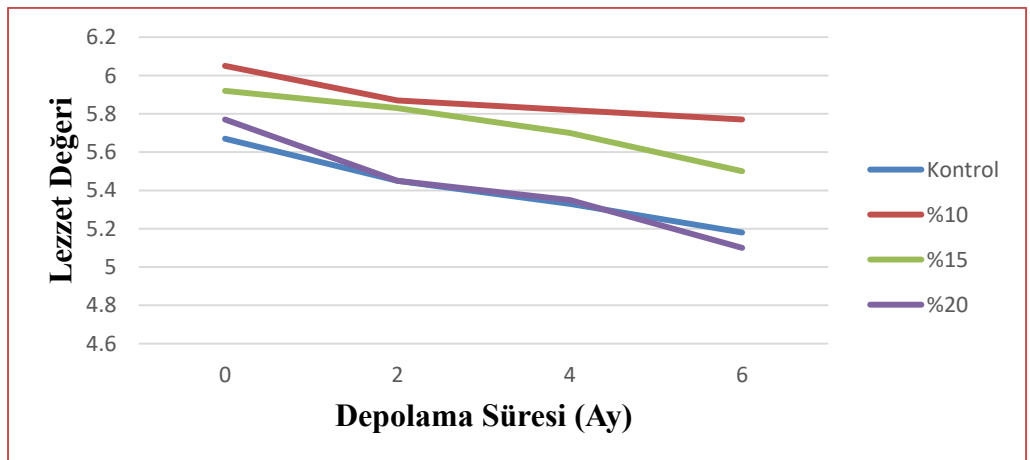
Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler arasında $p<0.05$ güven sınırına göre fark bulunmamaktadır.



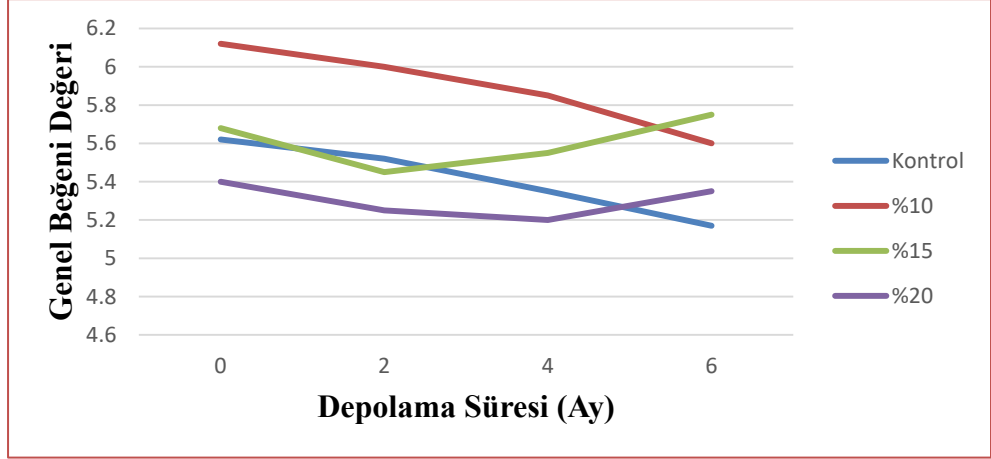
Şekil 4. 32 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde gevreklik değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4. 33 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde görünüş/reng değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4. 34 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde lezzet değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4. 35 Glutensiz tuzlu bisküvi çeşitlerinde depolama sürecinde genel beğeni değerlerinde meydana gelen değişim

Depolama öncesi chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi görünüşü üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek değer üretim sonrası yapılan duyusal panelde %20 chia tohumu ikameli bisküvi grubunda, en düşük değer ise %10 chia tohumu ikameli bisküvi grubunda görülmektedir. Depolama öncesinde chia tohumu ikame oranının artması görünüş kriterinde puanın artmasını sağlamıştır. Glutensiz tuzlu bisküviler de chia ikamesinin artması memnuniyeti arttırmıştır denilebilir. Kontrol grubu ve chia tohumu ikameli bisküviler istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$). Depolama süresine bağlı olarak tuzlu bisküvilerin görünüş puanındaki değişim incelendiğinde, kontrol grubu ve %20 chia tohumu ikameli bisküvinin depolama öncesi, 2 ay ve 4 ay depolamada görünüş puanı istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0.05$). 6 ay depolama ise depolama öncesinden düşük ve farklıdır ($p<0.05$). %10 chia tohumu ikameli tuzlu bisküviler depolama süresince görünüş bakımından depolama öncesi ile 6 ay depolama istatistiksel olarak aynıdır. 2 ay ve 4 ay depolama depolama öncesinden düşük ve farklıken, birbiri ile aynıdır. %15 chia tohumu ikameli tuzlu bisküviler görünüş bakımından farklılık göstermemiştir.

Depolama öncesi glutensiz tuzlu bisküvi lezzet üzerine etkisi incelendiğinde, chia ikameli tuzlu bisküviler kontrol grubuna göre daha yüksek lezzet puanına sahiptir. En yüksek lezzet puanına %10 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi, en düşük lezzet puanına ise kontrol grubu tuzlu bisküvide belirlenmiştir. Chia ikamesinin lezzet üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durum chia tohumu ikamesinin lezzet üzerine olumlu etki yarattığını göstermektedir. Depolama süresince

glutensiz tuzlu bisküvilerin lezzet üzerine etkisi incelendiğinde; kontrol grubu, %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvi lezzet puanları depolama boyunca istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). %10 chia tohumu ikameli bisküvinin 2 ay, 4 ay ve 6 ay depolama sonunda lezzet puanı istatistiksel olarak depolama öncesinden düşük ve farklıyken, birbiri ile aynıdır.

Duyusal panel sonunda depolama öncesi gevreklik kriterine verilen puanlar incelendiğinde, en yüksek puanı %20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvinin aldığı belirlenmiştir. Chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi gevreklik değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Chia tohumu ikameli bisküviler kontrol grubu bisküviden istatistiksel olarak farklıyken, birbiri ile aynıdır. Depolama boyunca glutensiz tuzlu bisküvilerin gevreklik puanlarında ki değişime bakıldığında, kontrol grubu bisküvinin 2 ay ve 4 ay depolama puanları birbiriyle aynıyken, depolama öncesi ve 6 ay depolama puanlarından farklıdır.). %10 chia tohumu ikameli glutensiz tuzlu bisküvilerin depolama öncesi ve 2 ay depolama gevreklik puanı istatistiksel olarak birbirinden farksızken, 4 ay ve 6 ay depolama ile farklıdır ($p<0.05$). %15 chia tohumu ikameli glutensiz tuzlu bisküvi gevreklik değeri depolama boyunca istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). %20 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi depolama öncesi, 2 ay ve 4 ay depolama istatistiksel olarak aynı, 6 ay depolama ise depolama öncesinden farklıdır ($p<0.05$).

Depolama öncesi chia tohumu ikame oranının glutensiz tuzlu bisküvi genel beğeni üzerine etkisi incelendiğinde, en fazla beğeniyi %10 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvinin aldığı görülmektedir. Chia tohumu ikame oranı arttıkça genel beğeni puanında azalma meydana gelmektedir. Kontrol grubu bisküvi %10 chia tohumu ikameli bisküviden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküviler ise birbirinden farklı ancak kontrol grubu ile aynıdır. Depolama boyunca bisküvilerin genel beğeni puanındaki değişime bakıldığında; kontrol bisküvi depolama öncesi, 2ay depolama ile istatistiksel açıdan birbiri ile aynıyken, 4 ay ve 6 ay depolama ile farklıdır. 4 ay ve 6 ay depolama ise birbirinden istatistiksel olarak farksızdır. %10 chia tohumu ikameli tuzlu bisküvi 2 ay depolama, depolama öncesi ve 4 ay depolama ile istatistiksel açıdan aynıyken, depolama öncesi ve 4 ay depolama birbirinden farklıdır. 6 ay depolama ise depolama boyunca diğerlerinden istatistiksel

açından önemlidir ($p<0.05$). %15 ve %20 chia tohumu ikameli bisküvi genel beğeni puanları depolama boyunca istatistiksel açıdan değişiklik göstermemiştir.

Borneo ve ark. [59] chia unu ilave ederek makarna formülasyonu oluşturmuştur. Ürün panelistler tarafından değerlendirilmiş ve %10 chia unu ilave edilen makarnanın tadı ve sertliği diğerlerinden önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Bununla birlikte %2.5 ve %5 chia unlu örnekler kontrol grubuyla istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Renk tercihi ise chia ununun formülasyona dahil edilmesinden etkilenmiştir. Chia unlu örnekler kontrol grubundan farklı bulunmuştur. Makarna chia unu ilavesiyle sadece sertlik değerinde negatif etkilenme söz konusudur. Bu sonuçlar, chia unlu makarnanın geleneksel makarnaninkinden daha az tercih edilmesine rağmen, chia unlu makarnaların duyu özelliklerinde önemli değişiklikler olmadığını göstermektedir. Ürünün genel kabul görmesi 10 aylık depolamadan sonra arttığını belirtmiştir.

Almeida ve ark. [31] yaptığı çalışmada chia unu ilaveli keklerin duyu kabul gördüğünü belirtmiştir. Renk ve lezzet özellikleri için kontrol grubuna göre daha düşük puan alan chia unlu kekler, doku özelliği için kontrol grubuyla benzer sonuçlar almıştır. Genel olarak kabul gören kekleri, panelistlerin %60'ı satın alabileceğini bildirmiştir.

Chia unu ilave edilerek oluşturulan formülasyonlarda genel olarak beğeni toplanmış ve kabul kriterleri farklılık göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada protein, fenolik maddeler ve diyet lif içeriği gibi birçok özellik bakımından zengin olan chia tohumu ile glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvi üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen bisküvilerin fiziksel, kimyasal, duyuşal, fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca örneklerin fenolik madde içerikleri ortaya konarak antioksidan aktivite tespiti edilmiş, sindirim uygulanan örneklerle sonuçlar karşılaştırılmıştır. Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin nem, sertlik, duyuşal özellikleri ile bazı özelliklerindeki (pH, su aktivitesi, asitlik, serbest yağ asitliği, peroksit değeri) değışim üretimden itibaren ikişer aylık periyotlar halinde 6 aylık depolama süresince belirlenmiştir.

Yapılan analizler ile glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilere chia tohumu ikame oranının artışına bağılı olarak bisküvilerin nem, kül, yağ, protein ve diyet lif miktarlarında artış, karbonhidrat miktarlarında azalış meydana geldiğı belirlenmiştir. Chia tohumu ikame oranı arttıkça bisküvilerin besleyici niteliğı artmış, tüm bisküviler ele alındığında %20 chia tohumu ikameli bisküvilerin besinsel içeriğı en yüksek bulunmuştur.

Glutensiz tatlı bisküvilerin chia tohumuyla zenginleştirilmesi sonucunda çapta artış meydana gelirken, bu durum ağırlık ve kalınlık değeriğinde de artışa neden olmuştur. Aynı durum tuzlu bisküvilerde de görölmektedir. Fakat tatlı bisküvi çap değeri tuzlu bisküviden daha yüksek iken, tuzlu bisküvi ağırlık değeri tatlı bisküviden daha yüksek bulunmuştur.

Chia tohumu ikame oranının artmasıyla bisküvilerin L^* ve b^* değeriğinden azalma meydana geldiğı, a^* değeriğinde ise önemli bir değışimin meydana gelmediğı görölmektedir.

Glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin toplam fenolik madde miktarlarında chia tohumu oranının artmasına bağılı olarak artış meydana gelmektedir. Analiz sonuçlarına göre tatlı bisküvi çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarı, tuzlu bisküvilere göre daha yüksek bulunmuştur. Chia tohumunun fenolik madde içeriğinin zengin olmasına bağılı olarak bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değeriğeri de yüksek olarak tespit edilmiştir. Tatlı bisküvi antioksidan aktivite miktarları, tuzlu bisküvilere oranla daha fazladır.

Duyusal panel sonuçlarına göre, tatlı bisküvilerde chia tohumu oranının artması gevrekliği ve genel beğeniye azaltmıştır. Depolama süresi boyunca ise genel beğeni ve gevreklikte azalmalar meydana gelmektedir. Chia tohumunun %10 oranında pirinç unu ve tapyoka nişastasını ikame ettiği glutensiz tatlı bisküvi kontrol bisküvi kadar beğeni toplamıştır. Tuzlu bisküvi örneklerinde ise chia tohumu oranı artması gevrekliği artırmıştır. Chia tohumunun %10 oranında pirinç unu ve tapyoka nişastasını ikame ettiği glutensiz tuzlu bisküvi ise en yüksek genel beğeni puanı ile kontrolden daha fazla beğenilmiştir. Chia tohumu ikame oranının %15 ve %20 olduğu tuzlu bisküviler ise en az kontrol bisküvi kadar kabul görmüştür. Elde edilen verilere göre, panelistler tarafından kabul gören bisküvi örneklerinin depolama ilerledikçe tüketilebilirliğinin azaldığı görülmektedir. Bu durumun ise depolama süresinde meydana gelen oksidasyonun ürünlerinin tat ve kokusu üzerine oluşturduğu etkiden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuçlar dikkate alındığında chia tohumu ikameli glutensiz tatlı ve tuzlu bisküvilerin raf ömrünün 4 aydan daha kısa olması önerilmektedir.

Bisküvi örneklerine uygulanan *in vitro* sindirim işlemi, tüm bisküvi çeşitlerinin toplam fenolik ve antioksidan aktivite miktarlarında artış sağlamaktadır. Özellikle protein ve diyet lif içeriği zengin olan ürünlerin sindirilmesi sonucu bu bileşenler fenolik maddelerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Chia tohumu ise diyet lif ve proteince zengin olmasından dolayı bağırsak sindirimi sonrasında fenolik madde salınımı artmaktadır. Bu sayede analiz sonucu verilerde artış tespit edilmiştir. Fakat literatürde chia tohumu *in vitro* sindirim uygulamasıyla ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmaların artırılması ve özellikle *in vivo* uygulaması sonucu chia tohumu ikameli bisküvilerin sağlık üzerine etkisinin belirlenmesi yerinde olacaktır. Çalışmamızda chia tohumunun toplam antioksidan kapasitesi, fenolik madde içeriği ve biyoerişilebilirliğinin belirlenmesinin literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Chia tohumu ikame oranının artması tatlı bisküvilerde sertlik değerini artırmış, tuzlu bisküvilerde ise azaltmıştır. Depolama süresi ilerledikçe tatlı bisküvi örneklerinde sertlik değerinin arttığı, tuzlu bisküvi örneklerinde sertlik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Üretim sonrası (0.ay) yapılan analiz verilerine göre ise glutensiz tatlı bisküvi sertlik değerleri 630.67 g ile 907.84 g arasında değişmektedir.

Chia tohumu ikame oranının artması sertlik değerlerinde artış sağlamıştır. 0.ay glutensiz tuzlu bisküvi örneklerinde ise en yüksek sertlik değerine sahip ürün kontrol grubu (318.46 g), en düşük sertlik değerine sahip ürün ise %20 chia tohumu ikameli bisküvide tespit edilmiştir.

Tatlı bisküvi örneklerine chia tohumu ilavesi peroksit değerlerinin düşmesini sağlamıştır. Depolama süresi ilerledikçe 4. aya kadar bu değerlerde artış, 6.ayda ise ikincil metabolitlere bağlı olarak azalış meydana gelmiştir.

Tuzlu bisküvi örneklerine chia tohumu ilavesi peroksit değerlerinde artışa sebep olmaktadır. Depolama süresi ilerledikçe tatlı bisküvilerde olduğu gibi 4. aya kadar bu değerlerde artış, 6.ayda ise ikincil metabolitlere bağlı olarak azalış meydana gelmiştir.

Isı, ışık, lipaz enzimi gibi faktörlerden etkilenen serbest yağ asitliği değerleri tatlı bisküvilerde chia tohumu ilavesiyle azalma göstermektedir. Üretim yapıldığı aydan itibaren depolama süresi boyunca 4. aya kadar artış, 6. ayda ise azalış meydana gelmektedir. Bu durum peroksit değeriyle paralellik göstermektedir.

Tuzlu bisküvilere chia tohumu ilave edilmesi serbest yağ asitliği değerlerinde artışa sebep olmaktadır. Depolama süresinin ilerlemesiyle 4. aya kadar artış, 6. ayda ise azalış görülmektedir. Bisküvilerde oluşan bu değişimlere paralel olarak pH değerlerinde 4. aya kadar azalış, 6. ayda ise artış tespit edilmiştir.

Çölyak hastalarının ömür boyu glutensiz diyet yapmak zorunda olmaları ağırlıklı olarak nişasta bazlı beslenmelerini gerektirmektedir. Nişasta yerine besinsel içeriği daha zengin, glisemik indeksi daha düşük, sindirilebilirliği ise daha yüksek ürünler üretilerek çölyak hastalarının diyetlerini zenginleştirmek yoluyla hayatlarına kolaylık sağlanabilir. Çalışma kapsamında, insan sağlığı üzerine etkisi olan ve fonksiyonel özellikleri sahip olan alternatif glutensiz yeni ürünler geliştirilmiştir. Besin öğeleri bakımından zengin olan chia tohumu, atıştırmalık olarak sıklıkla tüketilen bir gıda olan bisküvi üretiminde kullanılarak, duyuşal açıdan kabul edilen ve glutensiz diyetle fonksiyonel ve alternatif yeni ürünler elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Ercan, P., El, S.N. Koenzim Q10 ' un beslenme ve sağlık açısından önemi ve biyoyararlılığı. *Türk Bilim Araştırma Vakfı Bilim Dergisi*. 2010, 3(2), 192–200.
2. Türksoy, S., zkaya, B. Gluten ve lyak Hastalığı. 9 Gıda Kongresi. 24-26 Mayıs, 2006, Bolu. (Bildiri zetleri 807-810).
3. FAO/WHO. Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. Codex Standard 118-1979. Adopted in 1979. Revision: 2008. Codex Alimentarius, International Food Standards. 2008, 118–1979.
4. Kaukinen, K., Lindfors, K., Collin, P., Koskinen, O., Mki, M. Coeliac disease - A diagnostic and therapeutic challenge. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2010, 48(9), 1205–1216.
5. Kuloğlu, Z. Celiac Disease. *Türkiye ocuk Hastalıkları Dergisi*. 2014, 2, 105–111.
6. Burcu, T. Glutensiz Kek retimi ve Bazı Fiziksel, Kimyasal, Fonksiyonel zelliklerinin İncelenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2016, 173. (Yüksek Lisans Tezi).
7. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği “Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği”. *Türk Gıda Kodeksi*. 2012, Tebliğ No: 2012/4, RG: 28163.
8. Jnawali, P., Kumar, V., Tanwar, B. Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. *Food Science and Human Wellness*. 2016, 5, 169–176.
9. Kim, J.M., Shin, M. Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. *Food Science and Technology*. 2014, 59(1), 526–532.
10. Das, A.B., Bhattacharya, S. Characterization of the batter and gluten-free cake from extruded red rice flour. *Food Science and Technology*. 2019, 102, 197–204.
11. İşleroğlu, H., Dirim, S.N., Ertekin, F.K. Gluten İermeyen, Hububat Esaslı Alternatif rn Formülasyonları ve retim Teknolojileri. *Gıda Dergisi*. 2009, 34(1), 29–36.
12. Witczak, M., Ziobro, R., Juszczak, L., Korus, J. Starch and starch derivatives in gluten-free systems - A review. *Journal of Cereal Science*. 2016, 67, 46–57.
13. Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*. 2004, 15(3–4), 143–152.
14. Gan J., Rafael, L.G.B., Cato, L. Evaluation of the Potential of Different Rice Flours in Bakery. Formulations In Proceedings of the 51st Australian Cereal Chemistry Conference. 2001, 309–312.
15. zuğur, G., Hayta, M. Tahıl Esaslı Glutensiz rnlerin Besinsel ve Teknolojik zelliklerinin İyileştirilmesi. *Gıda Dergisi*. 2011, 36(5), 287–294.
16. Sağlık Bakanlığı. Erişkin Bazı Metabolizma Hastalıkları (Tiroid, Osteoporoz, Gut) ve lyak Hastalığı Kontrol Programı 2019-2023 Ankara – 2019.
17. Gmez, M., Steffolani, E., Martinez, M.M., Len, A.E. Effect of pre-hydration of chia (*Salvia hispanica* L.), seeds and flour on the quality of wheat flour breads. *Food Science and Technology*. 2015, 61(2), 401–406.
18. Coelho, M.S., Salas-Mellado, M. Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. *Food Science and Technology*. 2015, 60(2), 729–736.
19. Guindani, C., Podest, R., Block, J.M., Rossi, M.J., Mezzomo, N., Ferreira,

- S.R.S. Valorization of chia (*Salvia hispanica*) seed cake by means of supercritical fluid extraction. *Journal of Supercritical Fluids*. 2016, 112, 67–75.
20. Ayerza (h), R., Coates, W. Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and α -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections. *Industrial Crops and Products*. 2009, 30(2), 321–324.
 21. Ancona D.B., Campos, M.R.S., Solís, N.C., Rubio, G.R., Guerrero, L.C. Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil from Yucatán, México. *Agricultural Sciences*. 2014, 5(3), 220–226.
 22. Muñoz, L.A., Cobos, A., Diaz, O., Aguilera, J.M. Chia Seed (*Salvia hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food. *Food Reviews International*. 2013, 29(4), 394–408.
 23. U.S. Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24. Nutrient Data Laboratory Home Page. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service: Washington, DC, 2011. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
 24. Steffolani, E., Hera, E., Pérez, G., Gómez, M. Effect of Chia (*Salvia hispanica*L) Addition on the Quality of Gluten-Free Bread. *Journal of Food Quality*. 2014, 37(5), 309–317.
 25. Alonso-Calderón, A., Chávez-Bravo, E., Rivera, A., Montalvo-Paquini, C., Arroyo-Tapia, R., Monterrosas-Santamaria, M., *et al.* Characterization of Black Chia Seed (*Salvia hispanica* L) and Oil and Quantification of β -sitosterol. *International Research Journal of Biological Sciences*. 2013, 2(1), 2278–3202.
 26. Alfredo, V.O., Gabriel, R.R., Luis, C.G., David, B.A. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *Food Science and Technology*. 2009, 42(1), 168–173.
 27. Steel, C.J., Felisberto, M.H.F., Wahanik, A.L., Gomes-Ruffi, C.R., Clerici, M.T.P.S., Chang, Y.K., Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. *LWT - Food Science and Technology*. 2015, 63(2), 1049–1055.
 28. Mesías, M., Holgado, F., Márquez-Ruiz, G., Morales, F.J. Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour. *Food Science and Technology*. 2016, 73, 528–535.
 29. Verdú, S., Vásquez, F., Ivorra, E., Sánchez, A.J., Barat, J.M., Grau, R. Physicochemical effects of chia (*Salvia hispanica*) seed flour on each wheat bread-making process phase and product storage. *Journal of Cereal Science*. 2015, 65, 67–73.
 30. Borneo, R., Aguirre, A., León, A.E. Chia (*Salvia hispanica* L) Gel Can Be Used as Egg or Oil Replacer in Cake Formulations. *Journal of the American Dietetic Association*. 2010, 110(6), 946–949.
 31. Almeida, E.L., Luna Pizarro, P., Sammán, N.C., Chang, Y.K. Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. *LWT - Food Science and Technology*. 2013, 54(1), 73–79.
 32. Almeida, E.L., Pizarro, P.L., Coelho, A.S., Sammán, N.C., Hubinger, M.D., Chang, Y.K. Functional bread with n-3 alpha linolenic acid from whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour. *Journal of Food Science and Technology*. 2014, 52(7), 4475–4482.
 33. Anon (1999). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (AACC). Method No: 10-50.05. The Association: St.Paul, MN.
 34. Anon (1999). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists

- (AACC). Method No: 10-31.03. The Association: St.Paul, MN.
35. Anon. 2000. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (AACC). Method No: 10-50D. The Association: St.Paul, MN.
 36. Manohar, R., Haridas Rao, P. Effects of water on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *European Food Research and Technology*. 1997, 75, 383–390.
 37. AACC (1999). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (AACC). Method No: 08-01.01. The Association: St.Paul, MN.
 38. AACC (1999). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (AACC). Method No: 44-40.01. Moisture—Modified Vacuum-Oven Method. The Association: St.Paul, MN.
 39. AACC (1999). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (AACC). Method No: 44-15.02. The Association: St.Paul, MN.
 40. Anon. 1990a., Official Method Analysis, Method 963.15, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
 41. Anon. 1990., Official Method Analysis, Method 955.04, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
 42. AACC (2001). The Definition of Dietary Fiber, AACC Report, *Cereal Foods World*. 2001, 46, 112-126.
 43. Anon 2012. Official Method Analysis, Method 2012.01, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
 44. Aksoylu, Z. Bisküvinin Fonksiyonel Özellik Taşıyan Bazı Bitkisel Ürünlerce Zenginleştirilmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2012, 144s. (Yüksek Lisans Tezi)
 45. Anon. 1992. IUPAC, Standart Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, I.Edition, Pergamon Press, UK.
 46. Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*. 2006, 96, 254–260.
 47. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*. 1995, 28 (1), 25–30.
 48. Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Hawkins Byrne, D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006, 19(6–7), 669–675.
 49. Liu, H., Qiu, N., Ding, H., Yao, R. Polyphenols contents and antioxidant capacity of 68 Chinese herbals suitable for medical or food uses. *Food Research International*. 2008, 41, 363–370.
 50. Wang, Y., Zhang, M., Mujumdar, A.S. Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. *Food Science and Technology*. 2012, 47, 175–182.
 51. Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., *et al*. A standardised static in vitro digestion method suitable for food-an international consensus. *Food and Function*. 2014, 5(6), 1113–1124.
 52. Bernfeld, P., *Methods in Enzymology*, 1955, 1, 149-158.
 53. Anson, M.L., *Journal of General Physiology*. 1938, 22, 79-89
 54. Ee, K.Y., Zhao J., Rehman, A., Agboola, S., 2008. Characterisation of trypsin and %-chymotrypsin inhibitors in Australian wattle seed (*Acacia victoriae*

- Bentham). *Food Chemistry*, 107, 337–343.
55. Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L.E. Basic sensory methods for food evaluation. Ottawa: The International Development Research Centre. 1989.
 56. Coelho, M.S., Salas-Mellado, M. How extraction method affects the physicochemical and functional properties of chia proteins. *Food Science and Technology*. 2018, 96(2), 26–33.
 57. Flôres, S.H., Vargas, C.G., Costa, T.M.H., Rios, A. de O. Comparative study on the properties of films based on red rice (*Oryza glaberrima*) flour and starch. *Food Hydrocolloids*. 2017, 65, 96–106.
 58. Penci, M.C., Bodoira, R.M., Ribotta, P.D., Martínez, M.L. Chia (*Salvia hispanica* L.) oil stability: Study of the effect of natural antioxidants. *Food Science and Technology*. 2017, 75, 107–113.
 59. Borneo, R., Aranibar, C., Pigni, N.B., Martinez, M., Aguirre, A., Ribotta, P., Wunderlin, D., Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta. *Food Science and Technology*. 2018, 89, 381–387.
 60. Mamat, H., Abu Hardan, M.O., Hill, S.E. Physicochemical properties of commercial semi-sweet biscuit. *Food Chemistry*. 2010, 121(4), 1029–1038.
 61. Yamazaki W.T., Donelson, J.R., Kwolek, W.F. Effects of flour fraction composition on cookie diameter. *Cereal Chemistry*. 1977, 54(2), 352–360.
 62. Awan, A.J., Rehman, A., Rehman, S. Siddique, M.I., Hashmi, A.S. Evaluation of biscuits prepared from composite flour containing mothbean flour. *Pak J Agri Sci*. 1995, 32(1), 211–217.
 63. Zhu, F., Chan, C. Effect of chia seed on glycemic response, texture, and sensory properties of Chinese steamed bread. *Food Science and Technology*. 2018, 98, 77–84.
 64. Fernandes, S.S., Salas-Mellado, M. Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chemistry*. 2017, 227, 237–244.
 65. Kaya, Ü. İznik’te Yetiştirilen Gemlik Zeytininin ve Yağının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana. 2009, 84s.(Yüksek Lisans Tezi).
 66. Canbaş, A. Şaraplarda Fenol Bileşikleri ve Bunların Analiz Yöntemleri. Tekel Enstitüleri. Yayın No: 279. EM / 003 (1983).
 67. Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., Sapirstein, H.D. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions. *Cereal Chemistry*. 2005, 82(4), 390–393.
 68. Karakaya, S. Bioavailability of phenolic compounds. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2004, 44(6), 453–464.
 69. Bravo, L. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*. 1998, 56(11), 317–333.
 70. Rémésy, C., Scalbert, A., Jiménez, L., Morand, C., Manach, C. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2004, 79(5), 727–747.
 71. Laczkowski, M.S., Gonçalves, T.R., Gomes, S.T.M., Março, P.H., Valderrama, P., Matsushita, M. Application of chemometric methods in the evaluation of antioxidants activity from degreased chia seeds extracts. *Food Science and Technology*. 2018, 95, 303–307.
 72. Silva, B.P., Toledo, R.C.L., Grancieri, M., Moreira, M.E.C., Medina, N.R.,

- Silva, R.R., *et al.* Effects of chia (*Salvia hispanica* L.) on calcium bioavailability and inflammation in Wistar rats. *Food Research International*. 2019, 116, 592–599.
73. Tüfekçi, S., Özgören, E., Kaplan, H.B. Some Chemical and Physical Properties of Breadsticks Produced By Using Chia Seed. *Food and Health*. 2018, 4(2), 140–146.
74. Fares, C., Menga, V., Amato, M., Phillips, T.D., Angelino, D., Morreale, F. Gluten-free pasta incorporating chia (*Salvia hispanica* L.) as thickening agent: An approach to naturally improve the nutritional profile and the in vitro carbohydrate digestibility. *Food Chemistry*. 2017, 221, 1954–1961.
75. Wojdyło, A., Oszmiański, J., Czemerys, R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*. 2007, 105(3), 940–949.
76. Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., Jukic, M. Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*. 2006, 94(4), 550–557.
77. İşbilir, Ş.S. Yaprakları Salata-Baharat Olarak Tüketilen Bazı Bitkilerin Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Edirne, 2008, 132s. (Doktora Tezi).
78. Mathew, S., Abraham, T.E. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. *Food Chemistry*. 2006, 94(4), 520–528.
79. Kasnak, C., Palamutoğlu, R. Doğal Antioksidanların Sınıflandırılması ve İnsan Sağlığına Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2015, 3(5), 226–234.
80. Maróstica, M.R., Marineli, R. da S., Moraes, É.A., Lenquiste, S.A., Godoy, A.T., Eberlin, M.N. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). *Food Science and Technology*. 2014, 59(2P2), 1304–1310.
81. Coorey, R., Grant, A., Jayasena, V. Effects of Chia Flour Incorporation on the Nutritive Quality and Consumer Acceptance of Chips. *Journal of Food Research*. 2012, 1(4), 85–95.
82. Ding, Y., Lin, H.W., Lin, Y.L., Yang, D.J., Yu, Y.S., Chen, J.W., *et al.* Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2018, 26(1), 124–134.
83. Sudha, M.L., Baskaran, V., Leelavathi, K. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*. 2007, 104(2), 686–692.
84. Sertakan, S.G. Bisküvi ve kraker üretiminde tritikale ununun kullanım olanakları. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne. 2006, 219s. (Doktora Tezi).
85. Wong, D.W.S. Lipids. In *Food Chemistry: Mechanisms and Theory*. 1995.
86. Ixtaina, V.Y., Mateo, C.M., Maestri, D.M., Diehl, B.W.K., Nolasco, S.M., Martínez, M.L., *et al.* Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2010, 24(2), 166–174.
87. Kobus-Cisowska, J., Szymanowska, D., Maciejewska, P., Kmiecik, D., Gramza-Michałowska, A., Kulczyński, B., *et al.* In vitro screening for acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibition and antimicrobial activity of chia seeds (*Salvia hispanica*). *Electronic Journal of Biotechnology*.

- 2018, 37, 1–10.
88. Giuberti, G., Senizza, A., Gallo, A., Lucini, G., Patrone, V., Rocchetti, G. In vitro large intestine fermentation of gluten-free rice cookies containing alfalfa seed (*Medicago sativa* L.) flour: A combined metagenomic/metabolomic approach. *Food Research International*. 2019, 120, 312–321.
 89. Acevedo, E., Camelo-Méndez, G.A., Rosell, C.M., de J. Perea-Flores, M., Bello-Pérez, L.A. Starch and antioxidant compound release during in vitro gastrointestinal digestion of gluten-free pasta. *Food Chemistry*. 2018, 263, 201–207.
 90. Coelho, M., de Araujo Aquino, S., Machado Latorres, J., de las Mercedes Salas-Mellado, M. In vitro and in vivo antioxidant capacity of chia protein hydrolysates and peptides. *Food Hydrocolloids*. 2019, 91, 19–25.
 91. Alves, S.C.O., Silva, A.B., Betim Cazarin, C.B., Prado, M.A., Maróstica Júnior, M.R., Bronze, M.R., Oliveira-Alves, S.C., *et al.* Characterization of phenolic compounds in chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, fiber flour and oil. *Food Chemistry*. 2017, 232, 295–305.
 92. Barros, J.C., Munekata, P.E.S., Pires, M.A., Rodrigues, I., Andaloussi, O.S., Rodrigues, C.E. da C., *et al.* Omega-3- and fibre-enriched chicken nuggets by replacement of chicken skin with chia (*Salvia hispanica* L.) flour. *Food Science and Technology*. 2018, 90, 283–289.
 93. Choi, Y. S., Sung, J. M., Park, J. D., Hwang, K. E., Lee, C. W., Kim, T. K., Jeon, K. H., Kim, C. J., and Kim, Y.B. Quality and Sensory Characteristics of Reduced-fat Chicken Patties with Pork Back Fat Replaced by Dietary Fiber from Wheat Sprout. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2016, 36(6), 799.

EKLER

EK A. Analiz sonuçlarına ait ANOVA tabloları

Tablo EK A.1 Tatlı bisküvi ağırlık analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	15.58364838	5.19454946	40.19	<0.0001
Hata	8	1.03406497	0.12925812		
Toplam	11	16.61771335			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.937773	0.801381	0.359525	44.86315

Tablo EK A.2 Tuzlu bisküvi ağırlık analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	21.82101270	7.27367090	66.21	<0.0001
Hata	8	0.87883923	0.10985490		
Toplam	11	22.69985193			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.961284	0.677633	0.331444	48.91196

Tablo EK A.3 Tatlı bisküvi çap analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.69645092	0.23215031	944.66	<0.0001
Hata	8	0.00196600	0.00024575		
Toplam	11	0.69841692			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.997185	0.275464	0.015676	5.690917

Tablo EK A.4 Tuzlu bisküvi çap analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.07739867	0.02579956	70.49	<0.0001
Hata	8	0.00292800	0.00036600		
Toplam	11	0.08032667			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.963549	0.368142	0.019131	5.196667

Tablo EK A.5 Tatlı bisküvi diyet lif analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	37.89820000	12.63273333	208.12	<0.0001
Hata	4	0.24280000	0.06070000		
Toplam	7	38.14100000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.993634	7.711227	0.246374	3.195000

Tablo EK A.6 Tuzlu bisküvi diyet lif analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	57.79530000	19.26510000	261.67	<0.0001
Hata	4	0.29450000	0.07362500		
Toplam	7	58.08980000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.994930	6.077027	0.271339	4.465000

Tablo EK A.7 Tatlı bisküvi DPPH analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	2.52520626	0.84173542	47.14	<0.0001
Hata	8	0.14284415			
Toplam	11	2.66805041			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.946461	4.205137	0.133625	3.177650

Tablo EK A.8 Tuzlu bisküvi DPPH analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	4.20587140	1.40195713	151.84	<0.0001
Hata	8	0.07386409	0.00923301		
Toplam	11	4.27973549			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.982741	3.232702	0.096089	2.972392

Tablo EK A.9 Tatlı bisküvi toplam fenolik analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.47133958	0.15711319	992.29	<0.0001
Hata	8	0.00126667	0.00015833		
Toplam	11	0.47260625			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.997320	1.305635	0.012583	0.963750

Tablo EK A.10 Tuzlu bisküvi toplam fenolik analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.09053958	0.03017986	426.07	<0.0001
Hata	8	0.00056667	0.00007083		
Toplam	11	0.09110625			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.993780	1.235413	0.008416	0.681250

Tablo EK A.11 Tatlı bisküvi FRAP analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	103.7499000	34.5833000	842.98	<0.0001
Hata	8	0.3282000	0.0410250		
Toplam	11	104.0781000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.996847	1.435989	0.202546	14.10500

Tablo EK A.12 Tuzlu bisküvi FRAP analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	32.10516667	10.70172222	290.68	<0.0001
Hata	8	0.29453333	0.03681667		
Toplam	11	32.39970000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.990909	1.667768	0.191877	11.50500

Tablo EK A.13 Tatlı bisküvi kalınlık analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.05403692	0.01801231	54.29	<0.0001
Hata	8	0.00265400	0.00033175		
Toplam	11	0.05669092			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.953185	0.613387	0.018214	2.969417

Tablo EK A.14 Tuzlu bisküvi kalınlık analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.04700625	0.01566875	237.41	<0.0001
Hata	8	0.00052800	0.00006600		
Toplam	11	0.04753425			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.988892	0.273836	0.008124	2.966750

Tablo EK A.15 Tatlı bisküvi karbonhidrat analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	95.72361703	31.90787234	119.79	<0.0001
Hata	8	2.13093318	0.26636665		
Toplam	11	97.85455021			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.978223	0.793054	0.516107	65.07844

Tablo EK A.16 Tuzlu bisküvi karbonhidrat analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	132.8176574	44.2725525	69.87	<0.0001
Hata	8	5.0693293	0.6336662		
Toplam	11	137.8869868			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.963236	1.297431	0.796032	61.35443

Tablo EK A.17 Tatlı bisküvi kül analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.37843765	0.12614588	243.13	<0.0001
Hata	8	0.00415074	0.00051884		
Toplam	11	0.38258839			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.989151	1.475641	0.022778	1.543608

Tablo EK A.18 Tuzlu bisküvi kül analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.48935328	0.16311776	141.01	<0.0001
Hata	8	0.00925421	0.00115678		
Toplam	11	0.49860748			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.981440	1.217421	0.034011	2.793725

Tablo EK A.19 Tatlı bisküvi 0. Ay nem analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.17343053	0.05781018	165.51	<0.0001
Hata	8	0.00279421	0.00034928		
Toplam	11	0.17622474			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.984144	1.572250	0.018689	1.188675

Tablo EK A.20 Tuzlu bisküvi 0. Ay nem analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	2.41415467	0.80471822	439.49	<0.0001
Hata	8	0.01464821	0.00183103		
Toplam	11	2.42880288			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.993969	1.409676	0.042790	3.035483

Tablo EK A.21 Tatlı bisküvi protein analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	8.47400595	2.82466865	502.65	<0.0001
Hata	8	0.04495641	0.00561955		
Toplam	11	8.51896236			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.994723	1.273414	0.074964	5.886825

Tablo EK A.22 Tuzlu bisküvi protein analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	16.57859511	5.52619837	1282.42	<0.0001
Hata	8	0.03447361	0.00430920		
Toplam	11	16.61306872			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.997925	0.748852	0.065645	8.766017

Tablo EK A.23 Tatlı bisküvi renk analizi L değerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	215.1539583	71.7179861	3.24	0.0816
Hata	8	177.0829333	22.1353667		
Toplam	11	392.2368917			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.548531	8.898994	4.704824	52.86917

Tablo EK A.24 Tatlı bisküvi renk analizi a* değerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	4.05956667	1.35318889	2.91	0.1012
Hata	8	3.72580000	0.46572500		
Toplam	11	7.78536667			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.521436	7.989547	0.682440	8.541667

Tablo EK A.25 Tatlı bisküvi renk analizi b^* değerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	35.20936667	11.73645556	10.18	0.0042
Hata	8	9.22653333	1.15331667		
Toplam	11	44.43590000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.792363	4.296563	1.073926	24.99500

Tablo EK A.26 Tuzlu bisküvi renk analizi L değerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	425.5731667	141.8577222	40.96	<0.0001
Hata	8	27.7082000	3.4635250		
Toplam	11	453.2813667			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.938872	3.248954	1.861055	57.28167

Tablo EK A.27 Tuzlu bisküvi renk analizi a^* değerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	2.56829167	0.85609722	1.09	0.4073
Hata	8	6.28333333	0.78541667		
Toplam	11	8.85162500			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.290149	10.28416	0.886237	8.617500

Tablo EK A.28 Tuzlu bisküvi renk analizi b^* değerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	23.41882500	7.80627500	5.71	0.0218
Hata	8	10.93860000	1.36732500		
Toplam	11	34.35742500			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.681623	4.114812	1.169327	28.41750

Tablo EK A.29 Tatlı bisküvi yağ analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	38.91333908	12.97111303	58.03	<0.0001
Hata	8	1.78813851	0.22351731		
Toplam	11	40.70147760			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.956067	1.798270	0.472776	26.29062

Tablo EK A.30 Tuzlu bisküvi yağ analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	34.91888674	11.63962891	51.49	<0.0001
Hata	8	1.80853926	0.22606741		
Toplam	11	36.72742600			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.950758	1.971611	0.475465	24.11558

Tablo EK A.31 Tatlı bisküvi yayılma faktörü analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	2	0.00263089	0.00131544	4.14	0.0741
Hata	6	0.00190600	0.00031767		
Toplam	8	0.00453689			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.579888	1.707022	0.017823	1.044111

Tablo EK A.32.Tuzlu bisküvi yayılma faktörü analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	2	0.00078867	0.00039433	7.65	0.0224
Hata	6	0.00030933	0.00005156		
Toplam	8	0.00109800			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.718276	0.714687	0.007180	1.004667

Tablo EK A.33 Tatlı bisküvi yayılma oranı analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.01952225	0.00650742	26.18	0.0002
Hata	8	0.00198867	0.00024858		
Toplam	11	0.02151092			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.907551	0.820497	0.015767	1.921583

Tablo EK A.34 Tuzlu bisküvi yayılma oranı analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.00152200	0.00050733	3.94	0.0537
Hata	8	0.00103000	0.00012875		
Toplam	11	0.00255200			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.596395	0.648389	0.011347	1.750000

Tablo EK A.35 Tatlı bisküvi DPPH biyoerişilebilirliği analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	7.25363750	2.41787917	115.07	0.0002
Hata	4	0.08405000	0.02101250		
Toplam	7	7.33768750			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.988545	1.450838	0.144957	9.991250

Tablo EK A.36 Tuzlu bisküvi DPPH biyoerişilebilirliği analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	54.46760000	18.15586667	1260.82	<0.0001
Hata	4	0.05760000	0.01440000		
Toplam	7	54.52520000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.998944	1.156069	0.120000	10.38000

Tablo EK A.37 Tatlı bisküvi toplam fenolik madde biyoerişilebilirliği analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.92740000	0.30913333	3091.33	<0.0001
Hata	4	0.00040000	0.00010000		
Toplam	7	0.92780000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.999569	0.394477	0.010000	2.535000

Tablo EK A.38 Tuzlu bisküvi toplam fenolik madde biyoerişilebilirliği analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	0.12615000	0.04205000	168.20	0.0001
Hata	4	0.00100000	0.00025000		
Toplam	7	0.12715000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.992135	0.574437	0.015811	2.752500

Tablo EK A.39 Tatlı bisküvi biyoerişilebilirlik FRAP analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	544.3794000	181.4598000	1576.54	<0.0001
Hata	4	0.4604000	0.1151000		
Toplam	7	544.8398000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.999155	0.731093	0.339264	46.40500

Tablo EK A.40 Tuzlu bisküvi biyoerişilebilirlik FRAP analizine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	3	220.0417500	73.3472500	380.53	<0.0001
Hata	4	0.7710000	0.1927500		
Toplam	7	220.8127500			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.996508	0.903965	0.439033	48.56750

Tablo EK A.41 Tatlı bisküvi gevreklik analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	48.71219792	3.24747986	162.78	<0.0001
Hata	32	0.63840000	0.01995000		
Toplam	47	49.35059792			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.987064	3.396490	0.141244	4.158542

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	40.24567292	13.41522431	672.44	<0.0001
Zaman	3	1.86167292	0.62055764	31.11	<0.0001
Zaman*oran	9	6.60485208	0.73387245	36.79	<0.0001

Tablo EK A.42 Tuzlu bisküvi gevreklik analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	2.97416667	0.19827778	22.26	<0.0001
Hata	32	0.28500000	0.00890625		
Toplam	47	3.25916667			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.912554	1.642459	0.094373	5.745833

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	1.97291667	0.65763889	73.84	<0.0001
Zaman	3	0.72041667	0.24013889	26.96	<0.0001
Zaman*oran	9	0.28083333	0.03120370	3.50	0.0041

Tablo EK A.43 Tatlı bisküvi nem analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	35.46943125	2.36462875	975.10	<0.0001
Hata	32	0.07760000	0.00242500		
Toplam	47	35.54703125			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.997817	2.868251	0.049244	1.716875

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	5.12347292	1.70782431	704.26	<0.0001
Zaman	3	26.72792292	8.90930764	3673.94	<0.0001
Zaman*oran	9	3.61803542	0.40200394	165.77	<0.0001

Tablo EK A.44 Tuzlu bisküvi nem analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	75.52033431	5.03468895	3902.85	<0.0001
Hata	32	0.04128005	0.00129000		
Toplam	47	75.56161436			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.999454	0.903160	0.035917	3.976771

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	12.96190285	4.32063428	3349.32	<0.0001
Zaman	3	59.72435257	19.90811752	15432.6	<0.0001
Zaman*oran	9	2.83407889	0.31489765	244.11	<0.0001

Tablo EK A.45 Tatlı bisküvi peroksit analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	292.9890583	19.5326039	843.21	<0.0001
Hata	32	0.7412667	0.0231646		
Toplam	47	293.7303250			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.997476	1.761309	0.152199	8.641250

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	23.5541750	7.8513917	338.94	<0.0001
Zaman	3	230.1319750	76.7106583	3311.55	<0.0001
Zaman*oran	9	39.3029083	4.3669898	188.52	<0.0001

Tablo EK A.46 Tuzlu bisküvi peroksit analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	469.5035667	31.3002378	2061.77	<0.0001
Hata	32	0.4858000	0.0151813		
Toplam	47	469.9893667			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.998966	1.499997	0.123212	8.214167

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	173.8039333	57.9346444	3816.20	<0.0001
Zaman	3	180.7416500	60.2472167	3968.53	<0.0001
Zaman*Oran	9	114.9579833	12.7731093	841.37	<0.0001

Tablo EK A.47 Tatlı bisküvi pH analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	1.81930592	0.12128706	23.11	<0.0001
Hata	32	0.16792400	0.00524762		
Toplam	47	1.98722992			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.915498	1.105744	0.072440	6.551292

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	0.07163742	0.02387914	4.55	0.0091
Zaman	3	1.56018608	0.52006203	99.10	<0.0001
Zaman*Oran	9	0.18748242	0.02083138	3.97	0.0018

Tablo EK A.48 Tuzlu bisküvi pH analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	0.51364065	0.03424271	10.10	<0.0001
Hata	32	0.10849067	0.00339033		
Toplam	47	0.62213131			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.825615	0.857258	0.058227	6.792188

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	0.03205023	0.01068341	3.15	0.0383
Zaman	3	0.34822323	0.11607441	34.24	<0.0001
Zaman*Oran	9	0.13336719	0.01481858	4.37	0.0009

Tablo EK A.49 Tatlı bisküvi su aktivitesi analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	0.05998698	0.00399913	488.44	<0.0001
Hata	32	0.00026200	0.00000819		
Toplam	47	0.06024898			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.995651	1.811239	0.002861	0.157979

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	0.01073023	0.00357674	436.85	<0.0001
Zaman	3	0.04526573	0.01508858	1842.88	<0.0001
Zaman*Oran	9	0.00399102	0.00044345	54.16	<0.0001

Tablo EK A.50 Tuzlu bisküvi su aktivitesi analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	0.05496592	0.00366439	81.54	<0.0001
Hata	32	0.00143800	0.00004494		
Toplam	47	0.05640392			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.974505	4.918528	0.006704	0.136292

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	0.03184242	0.01061414	236.20	<0.0001
Zaman	3	0.01081425	0.00360475	80.22	<0.0001
Zaman*Oran	9	0.01230925	0.00136769	30.44	<0.0001

Tablo EK A.51 Tatlı bisküvi serbest yağ asitliği analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	14.55056458	0.97003764	365.48	<0.0001
Hata	32	0.08493333	0.00265417		
Toplam	47	14.63549792			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.994197	2.805324	0.051519	1.836458

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	5.44938958	1.81646319	684.38	<0.0001
Zaman	3	5.76585625	1.92195208	724.13	<0.0001
Zaman*Oran	9	3.33531875	0.37059097	139.63	<0.0001

Tablo EK A.52 Tuzlu bisküvi serbest yağ asitliği analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	7.96573125	0.53104875	422.03	<0.0001
Hata	32	0.04026667	0.00125833		
Toplam	47	8.00599792			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.994970	2.739668	0.035473	1.294792

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	2.86352292	0.95450764	758.55	<0.0001
Zaman	3	4.79752292	1.59917431	1270.87	<0.0001
Zaman*Oran	9	0.30468542	0.03385394	26.90	<0.0001

Tablo EK A.53 Tatlı bisküvi sertlik/tekstür analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	837121.8027	55808.1202	719.71	<0.0001
Hata	32	2481.3275	77.5415		
Toplam	47	839603.1302			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.997045	1.019913	8.805764	863.3842

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	448078.4035	149359.4678	1926.19	<0.0001
Zaman	3	363986.5286	121328.8429	1564.70	<0.0001
Zaman*Oran	9	25056.8705	2784.0967	35.90	<0.0001

Tablo EK A.54 Tuzlu bisküvi sertlik/tekstür analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	245454.0427	16363.6028	472.07	<0.0001
Hata	32	1109.2429	34.6638		
Toplam	47	246563.2855			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.995501	3.266874	5.887600	180.2213

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	125255.1600	41751.7200	1204.47	<0.0001
Zaman	3	105545.7061	35181.9020	1014.95	<0.0001
Zaman*Oran	9	105545.7061	1628.1307	46.97	<0.0001

Tablo EK A.55 Tatlı bisküvi duyusal/reng analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	3.52988750	0.23532583	12.12	<0.0001
Hata	16	0.31060000	0.01941250		
Toplam	31	3.84048750			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.919125	2.693319	0.139329	5.173125

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	2.92073750	0.97357917	50.15	<0.0001
Zaman	3	0.10733750	0.03577917	1.84	0.1800
Zaman*Oran	9	0.50181250	0.05575694	2.87	0.0316

Tablo EK A.56 Tuzlu bisküvi duyusal/rek analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	1.15539688	0.07702646	4.58	0.0022
Hata	16	0.26885000	0.01680312		
Toplam	31	1.42424687			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.811234	2.181238	0.129627	5.942813

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	0.31870937	0.10623646	6.32	0.0049
Zaman	3	0.38430938	0.12810313	7.62	0.0022
Zaman*Oran	9	0.45237812	0.05026424	2.99	0.0270

Tablo EK A.57 Tatlı bisküvi duyusal/lezzet analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	4.36912500	0.29127500	170.09	<0.0001
Hata	32	0.05480000	0.00171250		
Toplam	47	4.42392500			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.987613	0.868693	0.041382	4.763750

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	2.49667500	0.83222500	485.97	<0.0001
Zaman	3	1.59547500	0.53182500	310.55	<0.0001
Zaman*Oran	9	0.27697500	0.03077500	17.97	<0.0001

Tablo EK A.58 Tuzlu bisküvi duyusal/lezzet analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	3.38649792	0.22576653	90.16	<0.0001
Hata	32	0.08013333	0.00250417		
Toplam	47	3.46663125			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.976884	0.891511	0.050042	5.613125

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	1.88232292	0.62744097	250.56	<0.0001
Zaman	3	1.35920625	0.45306875	180.93	<0.0001
Zaman*Oran	9	0.14496875	0.01610764	6.43	<0.0001

Tablo EK A.59 Tatlı bisküvi duyusal/genel beğeni analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	2.90888750	0.19392583	13.35	<0.0001
Hata	16	0.23240000	0.01452500		
Toplam	31	3.14128750			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.926018	2.810546	0.120520	4.288125

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	2.49233750	0.83077917	57.20	<0.0001
Zaman	3	0.03043750	0.01014583	0.70	0.5665
Zaman*Oran	9	0.38611250	0.04290139	2.95	0.0283

Tablo EK A.60 Tuzlu bisküvi duyusal/ genel beğeni analiz sonucunun depolama süresi ve chia tohumu oranıyla değişimine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Model	15	2.36395000	0.15759667	19.07	<0.0001
Hata	16	0.13220000	0.00826250		
Toplam	31	2.49615000			

R-kare	Varyasyon Katsayısı	RMSE	Ortalama
0.947038	1.599266	0.090898	5.683750

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Tip III Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pr>F
Oran	3	1.12145000	0.37381667	45.24	<0.0001
Zaman	3	0.65225000	0.21741667	26.31	<0.0001
Zaman*Oran	9	0.59025000	0.06558333	7.94	0.0002

EK B. Analiz sonuçlarına ait korelasyon tabloları

Tablo EK B.1 Tuzlu bisküvi kimyasal ve fonksiyonel analizler için korelasyon tablosu

	Chia Tohumu Oranı	Nem	Su aktivitesi	pH	S.yağ asitliği	Peroksit	Yağ	Protein	DPPH	Frap	Toplam Fenolik	Kül	K.hidrat	Diyet Lif
Chia Tohumu Oranı	1.00000													
Nem	0.90798 <0.0001	1.00000												
Su aktivitesi	-0.95434 <0.0001	-0.95797 <0.0001	1.00000											
pH	-0.04620 0.8866	0.15156 0.6382	0.00339 0.9917	1.00000										
S.yağ asitliği	0.95892 <0.0001	0.93828 <0.0001	-0.94276 <0.0001	0.15340 0.6341	1.00000									
Peroksit	0.56181 0.0573	0.73095 0.0069	-0.64211 0.0244	0.63293 0.0272	0.74951 0.0050	1.00000								
Yağ	0.92079 <0.0001	0.75749 0.0043	-0.85619 0.0004	-0.25159 0.4302	0.79833 0.0019	0.24173 0.4491	1.00000							
Protein	0.98634 <0.0001	0.95110 <0.0001	-0.97709 <0.0001	0.04339 0.8935	0.98093 <0.0001	0.65629 0.0205	0.88734 0.0001	1.00000						
DPPH	0.95972 <0.0001	0.95185 <0.0001	-0.94400 <0.0001	0.02681 0.9341	0.97652 <0.0001	0.69649 0.0119	0.77502 0.0031	0.97637 <0.0001	1.00000					
Frap	0.98606 <0.0001	0.92414 <0.0001	-0.95522 <0.0001	0.06494 0.8411	0.97301 <0.0001	0.64561 0.0234	0.86678 0.0003	0.98541 <0.0001	0.97478 <0.0001	1.00000				
Toplam Fenolik	0.82204 0.0010	0.97983 <0.0001	-0.92510 <0.0001	0.22012 0.4918	0.88292 0.0001	0.78808 0.0023	0.65237 0.0215	0.89125 <0.0001	0.84098 <0.0001	0.87165 0.0002	1.00000			
Kül	0.98041 <0.0001	0.90680 <0.0001	-0.94558 <0.0001	-0.12754 0.6928	0.91263 <0.0001	0.46788 0.1250	0.94190 <0.0001	0.96476 <0.0001	0.89715 0.0006	0.96476 <0.0001	0.81963 0.0011	1.00000		
Karbonhidrat	-0.97820 <0.0001	-0.87678 0.0002	0.94448 <0.0001	0.16104 0.6171	-0.91090 <0.0001	-0.43970 0.1526	-0.96969 <0.0001	-0.95942 <0.0001	-0.9588 <0.0001	-0.94155 <0.0001	-0.78509 0.0025	-0.97650 <0.0001	1.00000	
Diyet Lif	0.99571 <0.0001	0.87530 0.0002	-0.93842 <0.0001	-0.07186 0.8244	0.93965 <0.0001	0.51168 0.0890	0.94941 <0.0001	0.97203 <0.0001	0.92780 <0.0001	0.97202 <0.0001	0.77899 0.0028	0.97738 <0.0001	-0.97470 <0.0001	1.00000

Tablo EK B.2 Tatlı bisküvi kimyasal ve fonksiyonel analizler için korelasyon tablosu

	Chia Tohumu Oranı	Nem	Su aktivitesi	pH	S.yağ asitliği	Peroksit	Yağ	Protein	DPPH	Frap	Toplam Fenolik	Kül	K.hidrat	Diyet Lif
Chia Tohumu Oranı	1.00000													
Nem	0.97874 <0.0001	1.00000												
Su aktivitesi	-0.44109 0.1512	-0.56167 0.0574	1.00000											
pH	-0.28482 0.3696	-0.22893 0.4742	-0.01583 0.9611	1.00000										
S.yağ asitliği	-0.76142 0.0040	-0.82277 0.0010	0.88546 0.0001	0.25673 0.4205	1.00000									
Peroksit	-0.97956 <0.0001	-0.95875 <0.0001	0.39432 0.2046	0.29515 0.3517	0.70878 0.0099	1.00000								
Yağ	0.89444 <0.0001	0.81281 0.0013	-0.06324 0.8452	-0.37195 0.2338	-0.46546 0.1273	-0.86135 0.0003	1.00000							
Protein	0.97067 <0.0001	0.96354 <0.0001	-0.57691 0.0495	-0.35103 0.2632	-0.87186 0.0002	-0.93289 <0.0001	0.78804 0.0023	1.00000						
DPPH	0.82775 0.0009	0.88315 0.0001	-0.82986 0.0008	-0.10152 0.7536	-0.92181 <0.0001	-0.81141 0.0014	0.79918 0.0018	0.86055 0.0003	1.00000					
Frap	0.97023 <0.0001	0.98145 <0.0001	-0.62176 0.0309	-0.26241 0.4100	-0.88461 0.0001	-0.94679 <0.0001	0.74199 0.0057	0.98360 <0.0001	0.97858 <0.0001	1.00000				
Toplam Fenolik	0.96637 <0.0001	0.98567 <0.0001	-0.63504 0.0265	-0.19546 0.5427	-0.86691 0.0003	-0.95328 <0.0001	0.72135 0.0081	0.96474 <0.0001	0.97574 <0.0001	0.99090 <0.0001	1.00000			
Kül	0.97842 <0.0001	0.96603 <0.0001	-0.38547 0.2159	-0.17663 0.5829	-0.68860 0.0133	-0.98687 <0.0001	0.82850 0.0009	0.91998 <0.0001	0.97635 <0.0001	0.93997 <0.0001	0.95404 <0.0001	1.00000		
Karbonhidrat	-0.96704 <0.0001	-0.91313 <0.0001	0.27345 0.3898	0.35692 0.2547	0.64529 0.0234	0.93285 <0.0001	-0.96967 <0.0001	-0.93019 <0.0001	-0.91378 <0.0001	-0.88201 0.0001	-0.87993 0.0002	-0.92896 <0.0001	1.00000	
Diyet Lif	0.98613 <0.0001	0.98795 <0.0001	-0.49124 0.1048	-0.19415 0.5454	-0.76178 0.0040	-0.97774 <0.0001	0.81064 0.0014	0.94525 <0.0001	0.97852 <0.0001	0.96485 <0.0001	0.97826 <0.0001	0.98459 <0.0001	-0.91399 <0.0001	1.00000

Tablo EK B.3 Tatlı bisküvi fiziksel analizler için korelasyon tablosu

	Chia Tohumu Oranı	Ağırlık	Çap	Kalınlık	Y.oranı	Y.Faktörü
Chia Tohumu Oranı	1.00000					
Ağırlık	0.85764 0.0004	1.00000				
Çap	0.96368 <0.0001	0.90522 <0.0001	1.00000			
Kalınlık	0.97119 <0.0001	0.79637 0.0019	0.94884 <0.0001	1.00000		
Y.oranı	0.68313 0.0143	0.48982 0.1060	0.66551 0.0182	0.70336 0.0107	1.00000	
Y.Faktörü	0.52574 0.1460	0.74008 0.0226	0.77822 0.0135	0.43305 0.2443	0.90058 0.0009	1.00000

Tablo EK B.4 Tuzlu bisküvi fiziksel analizler için korelasyon tablosu

	Chia Tohumu Oranı	Ağırlık	Çap	Kalınlık	Y.oranı	Y.Faktörü
Chia Tohumu Oranı	1.00000					
Ağırlık	0.84524 0.0005	1.00000				
Çap	0.87667 0.0002	0.98645 <0.0001	1.00000			
Kalınlık	0.27665 0.3840	0.35869 0.2522	0.35655 0.2553	1.00000		
Y.oranı	-0.15068 0.6402	-0.39522 0.2035	-0.32003 0.3105	-0.23825 0.4559	1.00000	
Y.Faktörü	-0.84232 0.0044	-0.77629 0.0139	-0.78390 0.0124	-0.63543 0.0659	0.43921 0.2369	1.00000

Tablo EK B.5 Tuzlu bisküvi sindirim sonrası fonksiyonel analizler korelasyon tablosu

	Chia Tohumu Oranı	Sindirim Sonrası Fenolik	Sindirim Sonrası Frap	Sindirim Sonrası Dpph
Chia Tohumu Oranı	1.00000			
Sindirim Sonrası Fenolik	0.96085 0.0001	1.00000		
Sindirim Sonrası Frap	0.98837 <0.0001	0.95278 0.0003	1.00000	
Sindirim Sonrası Dpph	0.97389 <0.0001	0.96470 0.0001	0.99065 <0.0001	1.00000

Tablo EK B.6 Tatlı bisküvi sindirim sonrası fonksiyonel analizler korelasyon tablosu

	Chia Tohumu Oranı	Sindirim Sonrası Fenolik	Sindirim Sonrası Frap	Sindirim Sonrası Dpph
Chia Tohumu Oranı	1.00000			
Sindirim Sonrası Fenolik	0.94001 0.0005	1.00000		
Sindirim Sonrası Frap	0.99585 <0.0001	0.91372 0.0015	1.00000	
Sindirim Sonrası Dpph	0.92840 0.0009	0.93278 0.0007	0.90947 0.0017	1.00000

Tablo EK B.7 Tatlı bisküvi renk analizi ve duyuşal verilerdeki renk değerleri arasındaki korelasyon

	Chia Tohumu Oranı	L^*	a^*	b^*	Duyusal renk
Chia Tohumu Oranı	1.00000				
L^*	-0.61454 0.0335	1.00000			
a^*	-0.24518 0.4424	0.08198 0.8000	1.00000		
b^*	-0.86449 0.0003	0.47487 0.1188	0.34568 0.2711	1.00000	
Duyusal renk	-0.97854 <0.0001	0.57855 0.0487	0.23747 0.4574	0.82363 0.0010	1.00000

Tablo EK B.8 Tuzlu bisküvi renk analizi ve duyuşal verilerdeki renk değerleri arasındaki korelasyon

	Chia Tohumu Oranı	L^*	a^*	b^*	Duyusal
Chia Tohumu Oranı	1.00000				
L^*	-0.93669 <.0001	1.00000			
a^*	0.28390 0.3712	-0.51026 0.0901	1.00000		
b^*	-0.80791 0.0015	0.71922 0.0084	0.17016 0.5970	1.00000	
Duyusal	-0.04674 0.8853	0.12606 0.6963	-0.17562 0.5851	0.17558 0.5852	1.00000

Tablo EK B.9 Tatlı bisküvi sertlik, gevreklik ve nem değerleri arasındaki korelasyon

	Chia Tohumu Oranı	Zaman	Sertlik	Gevreklik	Nem
Chia Tohumu Oranı	1.00000				
Zaman	0.00000 1.0000	1.00000			
Sertlik	0.70523 <0.0001	0.63647 <0.0001	1.00000		
Gevreklik	-0.75950 <0.0001	-0.06184 0.6763	-0.70009 <0.0001	1.00000	
Nem	0.37983 0.0078	0.73731 <0.0001	0.75443 <0.0001	-0.16697 0.2567	1.00000

Tablo EK B.10 Tuzlu bisküvi sertlik, gevreklik ve nem değerleri arasındaki korelasyon

	Chia Tohumu Oranı	Zaman	Sertlik	Gevreklik	Nem
Chia Tohumu Oranı	1.00000				
Zaman	0.00000 1.0000	1.00000			
Sertlik	-0.70700 <0.0001	-0.64677 <0.0001	1.00000		
Gevreklik	0.77528 <0.0001	-0.46592 0.0008	-0.22850 0.1183	1.00000	
Nem	0.41229 0.0036	0.78127 <0.0001	-0.84105 <0.0001	-0.04843 0.7438	1.00000

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hava TÜTER

Doğum Yeri ve Yılı : Kayseri/ 1992

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : hava_zortas@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Çimentaş Lisesi, 2010

Lisans : Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2014

Yüksek Lisans : Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2019

Mesleki Deneyim

Edge Gıda Yem Çevre Sağlığı

Analiz ve Lab. Hiz. AR-GE ve

Dan. Hiz. San. Ve Tic. Ltd. Şti.

2010-2014 (Gönüllü staj)

HFS Mikrobiyoloji ve Hijyen

Ürünleri Tic. Ltd. Şti.

2016-2017

Mina Kimya Arıcılık Hayvancılık

Tarım Gıda Makina Ambalaj

Elektronik Motorlu Araç Taah.İth.

İhr.San. Ve Tic.Ltd.Şti.

2017-2018

Egepak Gıda ve Amb. San. A.Ş.

2019- Halen

Yayımları

*Çağındı, Ö., Kasap, D., Özdeveci, Ş., Zortaş, H., Aksoylu, Z. (2013) Geleneksel Gıdalarda Gıda Güvenliği. 4. Gıda Güvenliği Kongresi, İstanbul.

*II. Aksoylu, Z., Kasap, D., Özdeveci, Ş., Zortaş, H., Çağındı, Ö. (2013) Gıda İşleme Tekniklerinde Gıda Güvenliği. 4. Gıda Güvenliği Kongresi, İstanbul.

*III. Özdeveci, Ş., Zortaş, H., Çağındı,Ö. (2014) Köftür-Geleneksel ve Fonksiyonel Bir Ürün. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Adana.

*IV. Zortaş, H., Kasap, D., Özdeveci, Ş., Savlak, N. (2014) Sebzeli Doğal Ktır Ekmek. ISPARTEK Proje Pazarı, Isparta. (Uluslar arası üçüncülük ödülü. Proje sorumlusu: Hava ZORTAŞ)

*V. Savlak, N., Zortaş, H., (2015) Pseudocereals And Applications In Traditional Gluten Free Cereal Based Products. The 3rd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Saraybosna.