



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MENENGİÇ, SUSAM VE KETEN
TOHUMUNUN BİSKÜVİ
FORMÜLASYONUNA İLAVESİNİN
BİSKÜVİNİN KALİTESİ VE RAF ÖMRÜ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Fatma Burcu KARAKOÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Haziran-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Fatma Burcu KARAKOÇ tarafından hazırlanan “Menengiç, Susam ve Keten Tohumunun Bisküvi Formülasyonuna İlavesinin Bisküvinin Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Etkileri” adlı tez çalışması 29/06/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

.....

Danışman

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

.....

Üye

Doç. Dr. Hacer LEVENT

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI
FBE Müdürü

Bu tez çalışması NEÜ BAP tarafından 201319014 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Fatma Burcu KARAKOÇ

29.06.2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MENENGİÇ, SUSAM VE KETEN TOHUMUNUN BİSKÜVİ FORMÜLASYONUNA İLAVESİNİN BİSKÜVİNİN KALİTESİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ

Fatma Burcu KARAKOÇ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

2021, 102 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ (Danışman)
Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU
Doç. Dr. Hacer LEVENT

Bu çalışmada besinsel zenginleştirme amacıyla menengiç (*Pistacia terebinthus*), susam (*Sesamum indicum*) ve keten tohumu (*Linum usitatissimum*) gibi yağlı tohumlar bisküvi formülasyonuna % 0, 5, 10, 15, 20 ve 25 oranlarında un yerine ikame edilmiş, üretilen bisküvilerin teknolojik, besinsel ve duyu özellikleri araştırılmıştır.

Bisküvi örneklerinde en yüksek parlaklık değerleri kontrol örneğinden elde edilmiş, parlaklık değerleri yağlı tohum ilavesiyle azalırken, a* değerlerinde artış gözlenmiştir. Bisküvilere ikame edilen menengiç, susam ve keten tohumunun artan ikame oranı ile bisküvi örneklerinin çap değerinde artış, kalınlık değerinde azalma tespit edilmiştir. Menengiç ve susam ilavesi keten tohumuna kıyasla yayılma oranını daha fazla artırmıştır. İlave edilen yağlı tohumlar sertlik ve kırılabilirlik değerlerinin de azalmasına sebep olmuş, keten tohumu diğer yağlı tohumlara göre daha yüksek sertlik ve kırılabilirlik değerleri vermiştir. Yağlı tohumların ilavesi kül, protein, yağ ve enerji değerlerinde artışa neden olurken, karbonhidrat değerlerinde azalma gözlenmiştir. Susam ilaveli bisküvi örneklerinde en yüksek protein değeri (% 9.55) tespit edilmiş, bunu sırasıyla keten tohumu (% 8.54) ve menengiç (% 7.94) ilaveli bisküviler takip etmiştir. Bisküvi örnekleri 6 ay boyunca depolanarak 2 aylık periyotlarla nem, pH ve peroksit değerleri belirlenmiştir. Depolama süresince en yüksek nem içeriği keten tohumu ilave edilmiş bisküvilerde tespit edilmiştir. Bisküvilerin pH değeri depolama süresince azalmıştır. Bisküvi örneklerine ait en yüksek peroksit değeri keten tohumu ilaveli bisküvilerde bulunurken; en düşük peroksit değeri 0. ve 2. aylarda menengiç ilaveli bisküvilerde; 4. ve 6. aylarda susam ilaveli bisküvilerde bulunmuştur. İndüksiyon süresi açısından en yüksek değerler menengiç ilaveli bisküvilerde bulunurken, keten tohumu ilaveli bisküviler en düşük değerler vermiştir. Menengiç, susam ve keten tohumu ilavesi ile bisküvilerin toplam fenolik madde ve fitik asit içeriğinde artış gözlenmiştir. Bisküvilere menengiç, susam ve keten tohumu ilavesi bisküvi örneklerinin kalsiyum, magnezyum, demir, potasyum, fosfor ve çinko seviyelerinde artışa sebep olmuştur. Genel beğeni bakımından değerlendirildiğinde menengiçin % 25 seviyesine ve susamın % 10 seviyesine kadar ikame edilmesi panelistler tarafından kabul edilebilir bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bisküvi, keten tohumu, menengiç, raf ömrü, susam

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECTS OF ADDITION OF TEREBINTH, SESAME AND FLAX SEED TO BISCUIT FORMULATION ON BISCUIT QUALITY AND SHELF LIFE

Fatma Burcu KARAKOÇ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Assoc. Prof. Nilgün ERTAŞ

2021, 102 Pages

Jury

Advisor: Assoc. Prof. Nilgün ERTAŞ
Prof. Derya ARSLAN DANACIOĞLU
Assoc. Prof. Hacer LEVENT

In this study, the possibilities of using terebinth (*Pistacia terebinthus*), sesame (*Sesamum indicum*), and flaxseed (*Linum usitatissimum*) as oily seeds were substituted in certain proportions (0, 5, 10, 15, 20, 25%) for flour in biscuit formulation for nutritional enrichment and the technological, nutritional, and sensory properties of biscuits were investigated.

In the biscuit samples, the highest lightness value was obtained with control sample, while the lightness values decreased with oily seeds addition, an increase in a^* values were observed. With the increasing substitution ratio of terebinth, sesame, and flaxseed, an increase in the diameter value of the biscuit samples and a decrease in the thickness value were detected. The addition of terebinth and sesame increased the spread ratio values more than flaxseed. The oily seeds addition caused a decrease in the hardness and fragility values, and flaxseed addition showed higher hardness and fragility values compared to other oily seeds. The addition of oily seeds caused an increase in ash, protein, fat, and energy values, while carbohydrate values decreased. The highest protein value (9.55%) was found in the sesame added biscuit samples and this was followed by biscuits with added flaxseed (8.54%) and terebinth (7.94%), respectively. Biscuit samples were stored for 6 months and moisture, pH, and peroxide values were determined in 2-month periods. The highest moisture content was detected in biscuits produced with flaxseed during storage. The pH value of the biscuits decreased during the storage. While the highest peroxide value of biscuit samples was found in biscuits produced with flaxseed; the lowest peroxide value was found in biscuits produced with terebinth at 0 and 2 months; and in biscuits produced with sesame seeds in the 4th and 6th months. While the induction time of the terebinth added biscuits was found to be high, the flaxseed added biscuits were found to be the lowest. With the addition of terebinth, sesame, and flaxseed, an increase was observed in the total phenolic content and phytic acid content of the biscuits. The addition of terebinth, sesame, and flaxseed to the biscuits caused an increase in the calcium, magnesium, iron, potassium, phosphorus, and zinc levels of the biscuit samples. When evaluated in terms of general acceptability, biscuits were found acceptable by substituting terebinth at the level of 25% and sesame up to 10% by the panelists.

Keywords: Biscuit, flax seed, sesame, shelf life, terebinth

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince yardımlarını, desteğini ve fikirlerini esirgemeyen ve çalışmamın her aşamasında tecrübeleri ile bana ışık tutan NEÜ Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı, değerli hocam Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ' a,

Laboratuvar çalışmalarımın yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen ve her konuda desteğini hissettiğim Gıda Yüksek Mühendisi Mine ASLAN' a, analizlerimin yürütülmesinde destek olan Gıda Yüksek Mühendisi Ayşenur ACAR' a,

Hayatımın her anında fikirlerine ihtiyaç duyduğum, bana her zaman yol gösteren, yardımlarını ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen kıymetli babam İlhan KARAKOÇ' a, annem Seher KARAKOÇ' a ve eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan, fikirlerini daima benimle paylaşarak yol gösteren abim Dr. Erhan KARAKOÇ' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatma Burcu KARAKOÇ
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Bisküvi	3
2.2. Yağlı Tohumlar.....	6
2.2.1. Susam.....	9
2.2.2. Menengiç	13
2.2.3. Keten Tohumu	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal	19
3.2. Metot.....	19
3.2.1. Deneme planı	19
3.2.2. Bisküvi üretimi	19
3.2.3. Hammadde analizleri	20
3.2.3.1. Renk ölçümü.....	20
3.2.3.2. Nem tayini.....	20
3.2.3.3. Kül tayini	20
3.2.3.4. Protein tayini.....	20
3.2.3.5. Yağ tayini.....	21
3.2.3.6. Karbonhidrat tayini	21
3.2.3.7. Enerji tayini.....	21
3.2.3.8. Fitik asit tayini	21
3.2.3.9. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi.....	21
3.2.3.10. Mineral madde tayini	22
3.2.4. Bisküvi analizleri	22
3.2.4.1. Fiziksel analizler	22
3.2.4.1.1. Renk ölçümü	22
3.2.4.1.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı	22
3.2.4.1.3. Tekstür analizleri	23
3.2.4.2. Kimyasal analizler	23
3.2.4.2.1. Su aktivitesi.....	23

3.2.4.2.2. Nem tayini.....	23
3.2.4.2.3. Kül tayini	23
3.2.4.2.4. Protein tayini.....	23
3.2.4.3. Depolama analizleri	24
3.2.4.3.1. Nem tayini.....	24
3.2.4.3.2. pH tayini	24
3.2.4.3.3. İndüksiyon süresi	24
3.2.4.3.4. Peroksit sayısının belirlenmesi	25
3.2.4.4. Besinsel analizler	25
3.2.4.4.1. Fitik asit tayini	25
3.2.4.4.2. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi.....	25
3.2.4.4.3. Mineral madde tayini	25
3.2.4.5. Duyusal analizler	25
3.2.5. İstatistiki analizler.....	26
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	27
4.1. Hammadde Analizi Sonuçları	27
4.2. Bisküvi Analiz Sonuçları	30
4.2.1. Fiziksel analizler	30
4.2.1.1. Renk ölçümü	30
4.2.1.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı	33
4.2.1.3. Sertlik ve kırılma	38
4.2.2. Kimyasal analizler	41
4.2.2.1. Su aktivitesi.....	41
4.2.2.2. Nem tayini.....	45
4.2.2.3. Kül tayini	47
4.2.2.4. Protein tayini.....	48
4.2.2.5. Yağ tayini.....	49
4.2.2.6. Karbonhidrat tayini	51
4.2.2.7. Enerji tayini.....	52
4.2.2.8. Depolama analizleri	54
4.2.2.8.1. Nem tayini.....	54
4.2.2.8.2. pH tayini	58
4.2.2.8.3. Peroksit değerinin belirlenmesi	63
4.2.2.8.4. İndüksiyon süresi	67
4.2.3. Besinsel analizler	70
4.2.3.1. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi.....	70
4.2.3.2. Fitik asit tayini	73
4.2.3.3. Mineral madde tayini	74
4.2.4. Duyusal analizler	82
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR.....	87

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Bisküvi örneklerinde L^* değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	32
Şekil 4.2. Bisküvi örneklerinde a^* değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	32
Şekil 4.3. Bisküvi örneklerinde b^* değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	33
Şekil 4.4. Bisküvi örneklerinde çap değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	36
Şekil 4.5. Bisküvi örneklerinde kalınlık değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	37
Şekil 4.6. Bisküvi örneklerinde yayılma oranı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu	37
Şekil 4.7. Bisküvi örneklerinde sertlik değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	39
Şekil 4.8. Bisküvi örneklerinde kırılgenlik değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	40
Şekil 4.9. Bisküvi örneklerinde su aktivitesi üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	45
Şekil 4.10. Bisküvi örneklerinde nem miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	46
Şekil 4.11. Bisküvi örneklerinde kül miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	47
Şekil 4.12. Bisküvi örneklerinde protein miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	49
Şekil 4.13. Bisküvi örneklerinde yağ miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	50
Şekil 4.14. Bisküvi örneklerinde karbonhidrat miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	52
Şekil 4.15. Bisküvi örneklerinde enerji değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	53
Şekil 4.16. Menengiç ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince nem değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	57
Şekil 4.17. Susam ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince nem değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	57
Şekil 4.18. Ketan tohumu ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince nem değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	57
Şekil 4.19. Menengiç ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince pH değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	62
Şekil 4.20. Susam ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince pH değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	62
Şekil 4.21. Ketan tohumu ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince pH değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	62
Şekil 4.22. Menengiç ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince peroksit değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	65
Şekil 4.23. Susam ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince peroksit değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	65
Şekil 4.24. Ketan tohumu ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince peroksit değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu.....	65

Şekil 4.25. Bisküvi örneklerinde indüksiyon süresi üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranları’ interaksyonu.....	69
Şekil 4.26. Bisküvi örneklerinde toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu	72
Şekil 4.27. Bisküvi örneklerinde fitik asit miktarı üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu	74
Şekil 4.28. Bisküvi örneklerinde kalsiyum miktarı üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu	77
Şekil 4.29. Bisküvi örneklerinde demir miktarı üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu.....	78
Şekil 4.30. Bisküvi örneklerinde potasyum miktarı üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu	79
Şekil 4.31. Bisküvi örneklerinde magnezyum miktarı üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu	80
Şekil 4.32. Bisküvi örneklerinde fosfor miktarı üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu.....	80
Şekil 4.33. Bisküvi örneklerinde çinko miktarı üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu	81
Şekil 4.34. Bisküvi örneklerinin duyusal analiz sonuçlarına ait grafik.....	84

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1. Bisküvi Formülasyonu	20
Çizelge 4.1. Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelere ait analiz sonuçları ¹	28
Çizelge 4.2. Bisküvi örneklerine ait renk değerleri ¹	30
Çizelge 4.3. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	31
Çizelge 4.4. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	31
Çizelge 4.5. Bisküvi örneklerine ait fiziksel analiz değerleri ¹	34
Çizelge 4.6. Bisküvi örneklerinin fiziksel analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	35
Çizelge 4.7. Bisküvi örneklerinin fiziksel analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	35
Çizelge 4.8. Bisküvi örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları ¹	42
Çizelge 4.9. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	43
Çizelge 4.10. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	43
Çizelge 4.11. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	44
Çizelge 4.12. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca nem sonuçları ¹	54
Çizelge 4.13. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca nem değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	55
Çizelge 4.14. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolamalarında nem değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	55
Çizelge 4.15. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca pH, peroksit ve indüksiyon süresi sonuçları ¹	59
Çizelge 4.16. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	60
Çizelge 4.17. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca peroksit ve indüksiyon süresi değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	60
Çizelge 4.18. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca pH, peroksit ve indüksiyon süresi değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	61
Çizelge 4.19. Bisküvi örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit sonuçları ¹	70
Çizelge 4.20. Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	71
Çizelge 4.21. Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	71
Çizelge 4.22. Bisküvi örneklerine ait mineral madde miktarı sonuçları (mg/100g) ¹	75
Çizelge 4.23. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	76
Çizelge 4.24. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları ¹	76
Çizelge 4.25. Bisküvi örneklerinin mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları (mg/100g) ¹	76

SİMGELER VE KISALTMALAR

a* :	(+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b* :	(+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca :	Kalsiyum
dk :	Dakika
Fe :	Demir
g :	Gram
GAE:	Gallik asit eşdeğeri
h:	Saat
K :	Potasyum
L:	Litre
L* :	Parlaklık renk değeri
mg :	Miligram
Mg :	Magnezyum
ml :	Mililitre
mm :	Milimetre
nm :	Nanometre
p :	İstatiksel anlamlılık
P :	Fosfor
pH :	Asitlik-bazlık ölçüsü
rpm :	Dakikadaki dönüş sayısı
SD :	Serbestlik derecesi
sn :	Saniye
TFMM :	Toplam fenolik madde miktarı
Zn :	Çinko
μ :	Mikron
μg :	Mikrogram

1. GİRİŞ

Bisküvi, yumuşak buğday unundan, şeker ve yağ ilavesiyle hazırlanan sıkı hamurun şekillendirilmesi ve pişirilmesiyle elde edilen hazır gıda maddesidir. Nem oranının düşük, şeker ve yağ oranının yüksek olması bisküvilerin temel karakteristik özellikleridir (Lee ve Inglett, 2006). Bisküvi içerdiği katkı maddeleri ile tekstür sağlayıcı, besin değerini artırıcı ve aromatan olarak farklı formlarda ürüne yeni özellikler kazandırmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995).

Ülkemizde ve dünyada tüketiminin fazla olması, kolay ulaşılabilir ve ucuz olması, bayatlamadan uzun süre saklanabilmesi, tüketiciye hoş ve değişik lezzetlerde sunulması nedeniyle bisküvi öğün dışı beslenmede önemli bir yer tutmaktadır (İnkaya, 2008; Karaduman, 2013). Farklı çeşitlerde bisküvinin üretilebiliyor olması en önemli sevilme nedeni olmaktadır (Karaduman, 2013). Buna karşılık bisküvi üretimi de gıda endüstrisinde önemli sektörlerden biri haline gelmiştir. Gelişmiş ülkelerde oldukça önemli bir yerdedir ve gelişmekte olan ülkelerde ise, hızlı bir gelişme eğilimindedir. Günümüzde tüketiciler daha çok düşük kalorili, düşük yağ içeriğine sahip, katkı oranı az, yüksek lif içeriğine sahip ve doğal gıdalardan üretilmiş ve besleyici özelliği bulunan bisküvilerden yana tercih yapmaktadır.

Bisküvi sektörü tüketici taleplerini karşılamak amacıyla farklı kombinasyonlarda, farklı özelliklere sahip birçok bisküvi çeşidi üretimini sağlamaktadır. Bisküvinin kalite ve besin değerini artırmak, raf ömrünü uzatmak amacıyla içeriği yapay ya da doğal katkılarla zenginleştirilerek ortaya çeşitli kombinasyonlara sahip gıda ürünleri çıkarılmaktadır.

Yağlı tohumlar yüksek oranda yağ ve protein içermesi, karbonhidrat, diyet lifi, vitaminler ve mineraller bakımından yüksek besleyici özelliklere sahip olması nedeniyle birçok gıda ürünüde doğrudan veya dolaylı olarak kullanım alanına sahip olup, içeriğindeki yüksek besin değerleri ile insan ve hayvan beslenmesi için önemli bir gıda maddesidir. Yağlı tohumlar yüksek enerji değerine sahip bitkisel kaynaklardır. Bağışıklık sisteminin güçlenmesinde, sinir ve kas sisteminin çalışmasında önemli rol üstlenirler. Diyet posası ile diyet ürünlerinin temel kaynağını oluşturmakla birlikte kan şekerinin düzenlenmesini, kolesterol seviyesinin düşürülmesi ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olması bakımından yağlı tohumların sağlık üzerine birçok olumlu etkileri bulunmaktadır (Ayaz, 2008).

Bu çalışmada antioksidan özellikleri bulunan menengiç, susam ve keten tohumu gibi yağlı tohumların bisküvinin fonksiyonel özelliklerinin artırılması ve bisküvinin depolanması sırasında raf ömrü üzerine etkilerinin araştırılması amacıyla bisküvilik yumuşak buğday unu yerine belirli oranlarda (%0 (kontrol), 5, 10, 15, 20, 25) ikame edilmesiyle bisküvi üretiminde kullanılmış, elde edilen bisküvilerin teknolojik ve besinsel özellikleri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Bisküvi

Bisküvi dünyanın birçok ülkesinde gıda endüstrisinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bisküvi kelimesi Latince, iki kez pişirilmiş anlamına gelen 'panis biscoctus' tan türemiştir (Manley, 2000).

Bisküvi tahıl bazlı unlu mamüller arasında, sayısız özelliğinin olması ve unlu mamüllere olan ilginin her geçen gün artması nedeniyle önemli bir ürün grubu olmaktadır (Arepally ve ark., 2020). Tüketici talepleri doğrultusunda ve gıda ürünlerinden beklentilerin değişmesi nedeniyle tahıl bilimi ve teknolojisi üzerine yapılan çok sayıda araştırma bulunmakta ve bu araştırmalar ile unlu mamüller hakkında birçok fikir edinilebilmektedir.

Bisküvi kolay ulaşılabilir olması, ucuz olması, aperiatif yiyecek olması, raf ömrünün uzun olması, muhafazasının kolay olması ve geniş tüketim kitlesine sahip olması özellikleri nedeniyle gıda endüstrisinde tercih edilen çok yönlü atıştırmalıklardan biri olmaktadır. Tüketicilerin daha sağlıklı ve kaliteli içeriğe sahip bisküvilere olan talebini karşılamak ve aynı zamanda onu daha besleyici ve lezzetli özelliklerini en iyi duruma getirmek ve bisküvinin beslenme kalitesini iyileştirmek için kapsamlı çalışmalar bulunmaktadır (Arepally ve ark., 2020).

Bisküvi yumuşak (zayıf) buğday unu, şhortening ve şekerin karıştırılarak tekniğine uygun bir şekilde şekil verilmesi ve daha sonra pişirilmesiyle elde edilen bir kuru gıda ürünüdür. Ana malzemelere ek olarak sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat gibi kabarmayı sağlayıcı bileşenler, tuz, süt tozu, emülgatörler, yumurta, tatlandırıcı ve aroma verici bileşenler bisküvi yapımında rol alabilen diğer bileşenleri oluşturmaktadır. Bisküvi yapımında kullanılan ana bileşenler ve diğer bileşenler son ürün kalitesi üzerine etkileri oldukça önemlidir.

Bisküvilik unun buğday türü ve nem miktarına bağlı partikül inceliği, bisküvi kalitesi üzerinde önemli bir unsur olup, gevrek ve kaliteli bir bisküvi ancak ince partiküllü undan yapılmaktadır (Bilgiçli ve Soylu, 2016). Un bisküvi yapımında en temel unsur olup % 46'lık bir oranı karşılamakla birlikte şeker % 18' lik, şhortening ise % 19' luk kısmı oluşturmaktadır. Bunların dışındaki diğer maddeler ise bisküvide % 17' lik bir oranı oluşturmaktadır (Kadioğlu, 2009). Bisküvi gıda endüstrisinde *Tr. compactum* ve *Tr. aestivum* türlerine ait buğdaylar kullanılmaktadır. *Tr. compactum*

türü buğdaylarda tane açık renkte, küçük ve unlu iç yapıda ve yumuşaktır (Bilgiçli ve Soylu, 2016).

Bisküvi yapımında kullanılan unların en önemli özelliği yumuşak tane yapısı, düşük protein ve gluten içermesi ve yüksek oranda nişasta içermesidir. Kaliteli bisküvilik buğday ve bundan elde edilen unlar, % 70 - 76 randımanlı, ağartılmamış/olgunlaştırılmamış, ince partiküllü, yüksek nişasta içeriğine ve düşük nişasta zedelenmesine sahip, düşük glutenli (% 7.5 - 10 kuru gluten) ve zayıf özlü ve düşük kül içerikli olmalıdır (Bilgiçli ve Soylu, 2016).

Shorteningler fırın ürünlerinde, kalitatif özelliklerin kazandırılması ve bu ürünlerin muhafaza özelliklerinin artırılması, arzu edilen yapı ve aromanın oluşturulması amacıyla kullanılmaktadır (Nas ve ark., 1998). Shorteningler bisküvide undan sonra en önemli bileşendir (Laguna ve ark., 2012).

Şeker, bisküvi hamurunun özelliklerinde, doku ve tat özelliklerinde ve pişmiş ürünün son kalitesinde önemli bir rol oynar. Bisküvilerin yayılmasını, kalınlığının ve ağırlığının azaltılmasını sağlarken, hamur viskozitesini ve gevşeme süresini azaltmaya katkıda bulunur. Yüksek şekerli bisküviler, oldukça yapışkan bir hamur ve gevrek bir doku ile karakterize edilmektedir (Canalis ve ark., 2018).

Bisküvi pişirme işlemi sırasında, su buharlaşması, protein denatürasyonu, kısmi nişasta jelatinleşmesi, esmerleşme ve maillard reaksiyonları ve hamur deformasyonu gibi karmaşık fiziksel ve biyokimyasal reaksiyonlar meydana gelmektedir (Arepally ve ark., 2020). Bisküvilerde şeker veya yağın azaltılması, bisküvi üretiminde teknolojik sorunlar ortaya çıkarmakta ve bu sorunlar tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğin kaybolmasına neden olabilmektedir. En bilinen teknolojik dezavantajlar arasında, hamurun reolojik özelliklerindeki değişikliklere ve çalışma yüzeylerine aşırı yapışmaya neden olmaktadır (Canalis ve ark., 2018).

Granato ve Ellendersen (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, fıstık ve badem unlarına demir ilave edilerek hazırlanan 2 farklı glutensiz bisküvi örneklerinin yüksek yağ, protein ve enerji içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir.

Yalçın (2018) tarafından, haşhaş tohumu ezmesi (beyaz, sarı, gri) ikame edilerek üretilen bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranının kontrol bisküviye kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Beyaz renkli haşhaş ezmesi, bisküvinin parlaklık değerini artırdığı rapor edilmiştir.

Ertaş ve Aslan (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, bisküvi formülasyonuna gıda endüstrisi yan ürünleri olan kavun kabuğu unu (KKU), buğday ununa % 0, 2.5 ve 5

ve kavun çekirdeği unu (KÇU), buğday ununa % 0, 1.25 ve 2.5 oranlarında ikame edilmiştir. Bisküvilere ait örneklerde KKU kullanımı ile parlaklık ve kırmızılık azaldığı, sarılık değerlerinin arttığı gözlenirken, KÇU ilavesi ile bisküvilerde daha yüksek parlaklık değeri tespit edilmiştir. Bisküvi örneklerinin çap ve yayılma değerinde KKU ve KÇU ilavesi ile artış gözlenirken, kalınlık değerinde ise azalış tespit edilmiştir. Artan oranda KÇU ilavesi ile bisküvi örneklerinin kül, protein, yağ, enerji, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, fitik asit ve mineral madde miktarı artış sağlarken, karbonhidrat ve sertlik değerlerinde düşme gözlenmiştir. Duyusal analiz bakımından değerlendirmeye alınan KKU ve KÇU içeren bisküvi örnekleri kontrol örneklere göre daha arzu edilebilir sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Ertaş ve Aslan (2020) tarafından yapılan bir başka çalışmada, buğday ununa % 0, 5, 10, 15 ve 20 seviyelerinde çığ ve kavrulmuş kenevir unu ikame edilerek üretilen bisküvilerde fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri araştırılmıştır. Bisküvilere çığ ve kavrulmuş kenevir unu ilavesi ile bisküvi örneklerinin renk değerlerinden L* ve b* değerinin azaldığı ve a* değerinin arttığı tespit edilmiştir. Artan kenevir unu ikame seviyesi ile bisküvilerin kül, protein, yağ, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerlerinde artış tespit edilmiştir ve en yüksek değerler % 20 düzeyinde gözlenmiştir. Bisküvilerin sertlik değeri çığ ve kavrulmuş kenevir unu ilavesi ile düştüğü gözlenmiştir. Duyusal analize tabi tutulan bisküvilerde % 20' ye kadar ham kenevir unu ve % 15' e kadar kavrulmuş kenevir unu ilave edilen bisküviler kabul edilebilir bulunmuştur.

Aslam ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada farklı oranlarda ve ayrı ayrı mango kabuğu tozu ve mango çekirdeği tozunun bisküvi formülasyonu ikamesi sonucunda, mango kabuğu tozunun yüksek miktarda ham lif ve antioksidan aktiviteye sahip olduğunu, mango çekirdeği tozunun ise mango kabuğu tozuna kıyasla daha yüksek protein, toplam fenolik ve kül içeriği ile karakterize olduğunu rapor edilmiştir. Mango kabuğunun tozu ve çekirdeğinin tozu ikame edilen bisküvilerin fenolik madde miktarını artırdığı tespit edilmiştir.

Khouryieh ve Aramouni (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa % 0 ile 18 oranında keten tohumu unu ikamesi ile üretilen bisküvilerin ikame oranının artmasıyla dokuda sertleşme, renkte koyulaşma olduğu ve % 18 keten tohumu ikamesi ile bisküvi örneklerinin en düşük su aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Nnam ve Nwokocha (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, susam, acha (*Digitaria exilis*) ve ekmek meyvesi unu (*Artocarpus atilis*) farklı kombinasyonlarda

ikame edilerek üretilen bisküvilerden, % 70 oranında susam unu içeren örneklerin yağ miktarının, % 70 oranında kabuğu ayrılmış susam unu içeren örneklerin ise protein miktarının diğer örneklerle kıyasla daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Gürsu ve ark. (1997) tarafından yapılan çalışmada, soya unu ilave edilen bisküvilerin renginin açık ve dolayısıyla soluk renk aldığı ve soya unu katkısıyla bisküvilerin çap ve kalınlığının arttığı, tatda acılaşıma meydana geldiği rapor edilmiştir.

Aleem Zaker ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, yağsız soya unu belirli seviyelerde buğday unu ile yer değiştirerek hazırlanan bisküvilerin renk özellikleri, yağsız soya unu konsantrasyonunun artmasıyla koyulaştığı rapor edilmiştir. Yağsız soya unu konsantrasyonunda artışla birlikte bisküvilerin nem ve protein miktarının arttığı yağ ve karbonhidrat miktarının ise azaldığı belirtilmiştir. Kontrol numunelerinin toplam kalori değerinin (469.78 Kcal), yağsız soya unu içeren bisküvilere (461.63 Kcal) kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

2.2. Yağlı Tohumlar

İçerdikleri yağ, protein, karbonhidrat, mineral maddeler ve vitaminler nedeniyle, beslenmede önemli bir yere sahip olan yağlı tohumlar, insanların beslenme ihtiyacını karşılamasının yanı sıra yağlı tohumların sanayi sektöründe biyodizel üretimi için de hammadde olarak kullanılması bu bitkilerin önemini vurgulamaktadır (Onat ve ark., 2017; Güler ve ark., 2017). Yağlı tohumların gıda amaçlı kullanımında daha çok yağ üretimi ön plana çıkmaktadır. Ancak yağ üretiminin yanı sıra bu yağlı tohumların bazıları öğütülerek un halinde ya da farklı proseslerden geçirilerek çeşitli gıda maddelerine katkı maddesi olarak kullanılabilir. Bu ürünlerin işlenmesi sonucunda ortaya çıkan atıklar da hayvanların beslenmesinde yem hammaddesi veya katkısı olarak değerlendirilmektedir. Ancak yağlı tohumların ülkemizdeki ihtiyacın % 40' ı yerli üretimle sağlanmakta olup ihtiyacın geri kalan bir kısmı ise ithalat yolu ile karşılanmaktadır (Kakilli Acaravcı ve Ergüven, 2015).

Yağlı tohumlar dane, küspe ve yağ olarak sınıflandırılmaktadırlar. Yağlı tohumlar kırma aşamasının ardından kabuklarından ayrıldıktan sonra çeşitli işlemlerden geçirilerek ham yağ ve küspe olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar başta gıdalar olmak üzere yem, enerji, boya, kozmetik ve sağlık sektörüne kadar çeşitli alanlarda çok yönlü kullanım alanlarına sahiptir. Esas olarak yağ elde etmek amacıyla üretilmekte olan yağlı tohumlar zengin enerji içerikleri nedeniyle gıda maddelerinde önemli ölçüde

kullanılmaktadırlar ve değerli besin maddelerinden biri olan proteince de oldukça zengindirler (Nalbant, 2010).

Yağlı tohumlar insanlar için besleyici ve son derece önemli olan besinsel madde içermelerinin yanı sıra bazı olumsuz faktörleri de içermektedir. Bunlardan en önemlileri antibesinsel faktörlerdir. Genellikle baklagil taneleri antibesinsel faktörlerini önemli ölçüde içermektedir. Yağlı tohumların besleyici değerleri üzerine olumlu veya olumsuz etkileri olan bazı bileşenler bulunmaktadır. Bunlardan yüksek protein ve yağ içeriği, vitaminler, mineral maddeler ve diyet lifleri beslenme ve sağlık üzerine olumlu etkilere sahipken, bazı antibesinsel faktörler de olumsuz etkilere sahiptir (Pekşen ve Artık, 2005). Antibesinsel faktörler yağlı tohumlardan yararlanmayı azaltabilmektedir. Yağlı tohumların besin değerinin ve sindirilebilirliğinin artırılması gibi amaçlarla tohumların yararlılığını artırmak için daha çok ısıtma işlemi uygulanmaktadır. Bu işlem ile antibesinsel faktörler inaktif hale gelmekte, sindirilebilirliğinin artması sağlanmaktadır.

Dünya genelinde üretim miktarlarına bakıldığında en fazla üretilen yağlı tohumların soya fasulyesi, kolza (kanola), yerfıstığı, ayçiçeği, pamuk tohumu (çiğit) olduğu görülmektedir. Yağlı tohum üretiminin yaklaşık olarak % 40 ABD ve Brezilya' da gerçekleştirilirken, soya bu tohumların % 60' ını oluşturmaktadır. Dünyanın yağlı tohumda en büyük üreticileri soya fasulyesinde ABD ile Brezilya, ayçiçeğinde Ukrayna ile Rusya, palm üretiminde Endonezya ile Malezya, pamukta Çin ile Hindistan ve kolzada Kanada ile Çin' dir.

Ülkemizde üretimin tüketimi karşılamaması nedeniyle yağlı tohum ve ham yağda ithalata bağımlı olan Türkiye' de bitkisel yağ sektörü çoğunlukla ayçiçeği ve pamuk tohumu üzerinden yapılmaktadır. Marmara Bölgesi' nde daha çok ayçiçeği yağı tesisleri bulunurken, Akdeniz Bölgesi' nde soya ve pamuk yağı üretimi gerçekleştirilmektedir (Öztürk, 2016). Yeryüzünde tohumlarında yağ içeren çok sayıda bitki olmasına rağmen, bugün sanayide işlenerek tohumlarından yağ elde edilen bitkilerin başında, soya, ayçiçeği, çiğit (pamuk), susam, kolza, keten, yerfıstığı, aspir, hintyağı, haşhaş, kenevir, jojoba, mısır zeytin, hurma ve hindistan cevizi gelmektedir. Bunlardan keten, çiğit, kenevir, haşhaş ve mısır yağ elde etme amaçlı yetiştirilen bitkilerden olmayıp, yan ürün olarak tohumlarından yağ elde edilmektedir. Ayrıca jojoba, zeytin, hurma ve hindistan cevizi gibi bitkiler çok yıllık olup, diğerleri tek yıllık olarak yetişmektedir. Türkiye' nin sahip olduğu iklim özellikleri nedeniyle, hurma, jojoba ve hindistan cevizi dışındaki yağlı tohumların tamamı başarıyla yetiştirilmektedir (Onat ve ark., 2017).

Yağlı tohumların tahıl ürünlerinde kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Rendon-Villalobos ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, tortilla formülasyonları için % 5, 10, 15, 20 chia tohumu unu ve mısır içeren kompozit unlar kullanılmıştır. Beslenme açısından, chia ekmeği, kontrolden çok daha yüksek protein, lipid ve toplam diyet lifi seviyesine ulaştığı rapor edilmiştir. Chia tohumu unu takviye edilmiş, yeni geliştirilen tortillada, gıda ürününün besin değerini artırmış, ekmeğinin duyuşal özellikleri değişmeden, toplam diyet lifinde artma ve glisemik indeksinde azalma olduğu saptanmıştır.

Ory ve Conkerton (1983), çalışmasında yarfıstığı ununu, buğday ununa belirli oranlarda ikame ederek ekmeğ, kek ve kurabiye gibi fırın ürünlerinin üretiminde kullanmıştır. Diyet lifi içeriği, ekmeğ hacmini etkilemeden artmıştır. Yarfıstığı unu ikame edilmiş fırın ürünlerinin kabuk rengi koyu kahverengini almıştır. Ekmeğ, kek ve kurabiyelerde net protein miktarı yarfıstığı unu ikame edilmeyen ürünlere oranla artmıştır.

Yalçın (2018) tarafından, sarı haşhaş ezmesi kullanılarak kraker üretilmiş ve haşhaş ezmesi, kraker formülasyonuna % 10, 20 ve 30 oranlarında ilave edilmiştir. Sarı haşhaş ezmesi oranı arttıkça krakerlerin renginde koyuluk artmıştır. Toplam fenolik madde miktarı, sarı haşhaş ezmesi oranı arttıkça artmıştır.

Üçüncü (2009), çalışmasında yağsız soya unu ve öğütölmüş keten tohumu % 5, 10, 15 oranında ilave edilmiş fındık ezmesinin 21 ± 2 °C' de 3 ay süreyle üründeki değişimler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre soya unu ile keten tohumu ilavesi ezme örneklerinin 3. ayın sonunda L*, a* ve b* değerlerinde bir artış olduğu rapor edilmiştir. Ezmede kahverengi renk değeri, artan depolama süresiyle birlikte artış göstermiştir. Soya ve keten unu ilave oranı arttıkça ezmenin sürülebilirlik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Örneklerin okside tat değeri farkı 90 günün sonunda istatistiksel olarak anlamlı düzeye gelmiştir ($p < 0.05$). Depolama süresinin artmasıyla birlikte tüm örneklerin peroksit değerlerinde artış gözlenmiş olup 3 ayın sonunda ezme örneklerinin peroksit değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli hale gelmiştir ($p < 0.05$).

Burnaz ve ark. (2018) tarafından, geleneksel ekmeğe, sarı haşhaş, mavi haşhaş, çörek otu, kişniş eklenerek, ekmeğin fenolik madde içeriğinin zenginleştirilmesi ve antioksidan bakımından işlevselliğinin artırılması amaçlanmıştır. Sarı ve mavi haşhaş, çörekotu veya kişniş eklenerek yapılan ekmeğler kontrol beyaz ekmeğle

karşılaştırıldığında sarı haşhaş, çörekotu ve kişniş kontrol beyaz ekmeğin toplam fenolik madde içeriğini, dolayısıyla antioksidan aktivitesini artırdığı, mavi haşhaşın ise azalttığı saptanmıştır. Duyusal analizde, panelistlerin her bir ekmeği değerlendirmesi sonucunda, kişnişli ekmeğin dışındaki ekmeklerin kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

Tamay (2005) tarafından buğday unununun hem tek olarak hem de % 3, 5 ve 10 oranlarında yağsız enzim aktif soya unu ile hazırlanan paçalları çeşit ekmeğin yapım denemelerinde, yağsız enzim inaktif soya unu ve soya fasulyesi kullanılarak hazırlanan soya sütü, soya sütlü ekmeğin denemelerinde kullanılmıştır. Soya unu kullanım miktarı arttıkça un örneklerinin nem değerinde azalma, protein değerinde artış görülmüştür. Soya ununun eklenmesi ürünlerin su tutma özelliğini artırmıştır. Ancak ekmeğin hacimleri, soya ununun kullanım miktarı arttıkça azalmış ve gözenek yapıları bozulmuştur.

2.2.1. Susam

Susam (*Sesamum indicum* L.), susamgiller (*Pedaliaceae*) familyasına ait, beyaz, mor ve pembe renkli çiçeklere sahip olan, tohum içeriğinde yüksek oranlarda yağ ve protein bulunduran, tek yıllık, önemli bir yağlı tohumdur.

Susam dünyada kültüre alınan ilk yağlı tohum bitkisi olması nedeniyle köklü bir geçmişe ve zengin bir kullanım alanına sahiptir (Şahin, 2014). Bilinen en eski çeşnilerden biri olmakla birlikte daha çok yemeklik yağ eldesi amacıyla yetiştirilmektedir (Gandhi ve Taimini, 2009). Susam, Asya ve Afrika ülkelerinde, yüksek derecede besleyici ve yenilebilir tohumları için yetiştirilmektedir. Dünyanın susam üretiminin % 56' sını Asya' da, Afrika ise yaklaşık %44' lük bir üretime sahiptir (Dalatu ve ark., 2019). Türkiye' de ise son yıllarda, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde hububattan sonra ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir. Ancak son zamanlarda susam üretiminde geçen yıllara göre gerileme görülmektedir. Bunun sonucunda üretimin beklenen düzeyin altında kalması ve üretim yeterli seviyelerde yapılamadığı için ithalat artmakta ve fiyatlarda günden güne artışlar yaşanmaktadır. Susam tarımında sertifikalı tohumluk kullanılmaması, tohumun çimlenme ve çıkışı sırasında yeterli düzeyde suyun temin edilememesi, ekimin serpmeye olarak yapılması, hasat ve harman zamanlarında çok fazla iş gücüne ihtiyaç duyulmasından kaynaklanan verim düşüklüğü, üretim artışını kısıtlayan en önemli faktörler olmaktadır (Kolsarıcı ve ark., 2006). Susamın düşük üretimi ve üretkenliği, yeterli teşvik uygulamalarının

verilmemesi ile yağmurlu bölgelerde yetişmesi nedeniyle olmuştur (Vasanthan ve ark., 2019).

Susam sıcaklığı seven bir bitki olmakla birlikte çimlenme sırasında kuru rüzgarlardan ve yağışlardan zarar görmektedir. Ayrıca gündüz ile gece arasındaki ısı farkından olumsuz etkilenmekte ve gelişme süresi uzamaktadır (Tan, 2007). Hemen hemen her türlü toprakta yetişebilmesi, yetiştiriciliğinin zahmetsiz oluşu, fazla bir bakım gerektirmemesi, pek çok tarım ürünüyle münavebeye girebilmesi, kuraklığa toleranslı oluşu ve talebin devamlı olması konusunda bir sıkıntı olmaması sebepleri ile de susam önemli bir bitkidir (Şahin, 2014; Seçer, 2016). Susam hasadında demetler elle veya tahta bir sopa yardımıyla silkelenmek veya çırılmak suretiyle tohumların kapsülden ayrılması sağlanır. Bu işlem sonucunda tohumlar sap ve saman gibi dış unsurlardan ayrıştırılmış olur ve susam bitkisinden ham susam taneleri elde edilir (Şahin, 2014). Tohumlar sarımsı beyaz, kahverengi veya gri-siyah renkte, kabuğu soyulmuş tohumlar ise krem veya inci beyazı rengindedir (Wilson, 2016).

Susam tohumu içeriğinde bulunan yağ, protein, karbonhidrat, lif ve mineral maddeler bakımından son derece zengin bir gıda ürünüdür. Susamın uzun süreli depolanması durumunda (20 °C' nin altında), tohumların rutubeti en fazla % 8-9 olmalıdır. Ayrıca tohumların uygun depo şartlarında muhafazası büyük önem taşımaktadır. Depoda nispi nemin % 75' in üstünde olması küflenme sorununa neden olmaktadır (Tan, 2007).

Susam havaya uzun süre maruz kaldığı durumda bile aktif olarak oksidatif bozulmaya dayandığından, çekirdeği kararlı ve dengeli olup bu durum endojen antioksidan olan lignin ve tokoferole bağlıdır (Dalatu ve ark., 2019). Susam ekstraktı ürünün raf ömrünü uzatmak ve fonksiyonel gıda kalitesini artırmak amacıyla kapsülleme teknolojisinin kullanılacağı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Rusmarilin ve ark., 2019). Susam tohumlarının cinsine göre yağ miktarı değişmekle beraber yaklaşık olarak % 50 oranında yağ içeriğine sahip, yüksek enerjili bir tohumdur. Yapılan çalışmalar ile susamın önemli bir protein (% 18 - 25), yağ (% 44 - 58) ve karbonhidrat (% 13.5) kaynağı olduğu belirtilmiştir (Elleuch ve ark., 2007). Susam taneleri % 19.8 protein, % 15.3 karbonhidrat ve % 4.7 nem içeriğine sahiptir (Namiki, 1995). Yağı alınmış susam unununun % 24.06 yağ, % 37.26 karbonhidrat ve toplam diyet lifi % 32.41, çözünür lif % 8.13, çözünmez lifin % 24.27 seviyesinde olduğu rapor edilmiştir (Clerici ve ark., 2013).

Susam işlendikten sonra geri kalan küspesindeki protein içeriği yaklaşık olarak % 40 olup yan endüstride de katkı maddesi olarak değerini daha çok artırmaktadır (Şahin, 2014). Susam tohumları, suda ve yağda çözünür antioksidanlardan oluşan, ayrıca antioksidanlar bakımından biyoaktif bileşikleri içermektedir. Antioksidanlardan tokoferoller ve lignanlar (sesamin, sesamol ve sesamolin) bakımından yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Rusmarilin ve ark., 2019). Susam tohumu triptofan ve metiyonin gibi esansiyel amino asitlerini yüksek seviyede içermesi ile diğer yağlı tohumlardan ayrılmaktadır (Escamilla Silva ve ark., 2003).

Susam tohumları içeriğinde bulunan yüksek yağ ve protein değerleri ile çok eskiden beri insanlar tarafından bilinmekte ve gıda maddesi olarak, insan ve hayvan beslenmesinde, sanayide çok yaygın kullanım alanlarına sahiptir. Susam yaygın olarak simit, pasta, kek, çörek gibi hamur işlerinde, çerez ve baharat olarak veya şekerleme yapılarak tüketilmektedir. Ayrıca tohumları kavrulup çeşitli proseslerden geçirilerek tahin yapımında kullanılmaktadır. Kızarmış susam tohumları şeker ile lezzetlendirildikten sonra tüketilmektedir (Dalatu ve ark., 2019). Susam yağı, yüksek kalitede bitkisel yağ olmasına karşın bu yağın kullanımı ekonomik olmadığı için tüketimi diğer yağlara oranla daha sınırlı kalmıştır. Susam yağı içeriğinde bulunan antioksidant etkili sesamin ve sesamolin ile yağdaki bozulmalara karşı dayanıklı olması nedeniyle patates cipsi yapımında tercih sebebi olmaktadır (Kolsarıcı ve ark., 2006).

Chinma ve ark. (2012), farklı oranlarda ikame edilmiş olgunlaşmamış muz ve yağı alınmış susam unundan yapılan bisküvilerin % 100 buğday unundan yapılan bisküviye oranla protein, yağ, kül ve ham lif içeriği daha yüksek çıkarken, karbonhidrat içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir.

Alobo (2001), yağı alınmış susam tohumu ununu, darı ununa % 30, 40, 50 seviyelerinde ikame ederek hazırladığı bisküvilerde, artan susam tohumu unu katkısı ile bisküvilerin protein içeriğinin arttığı saptanmıştır. Bisküvilerin çap ve ağırlıkları artan susam ikame seviyesi ile azalmıştır, kalınlık ve yayılma faktörü artmıştır. Duyusal analizlerde bisküvilerin lezzet ve gevreklik bakımından yüksek puan aldığı, ancak renk bakımından zayıf olarak kabul edildiği belirlenmiştir.

Olagunju ve Ifesan (2013), çimlendirilmiş susam ununu % 5, 10 ve 15 oranında buğday ununa ikame ederek hazırladığı bisküvilerin protein, yağ ve kül içeriği susam takviyesinin artmasıyla artarken, karbonhidrat içeriği ise susam takviyesinin artmasıyla % 53.26' dan % 48.26' ya düştüğünü belirlemişlerdir. Çimlendirilmiş susamların ise

protein içeriğinin % 26.23' ten % 32.91' e yükseldiğini ve yağ içeriğinin % 52.7' den % 23.22' ye düştüğünü belirtmişlerdir.

Makinde ve Akinoso (2014), bir araştırmada buğday ununa % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranında susam unu takviyesiyle ürettiği ekmeklerin, katkı oranının % 5' ten % 20' ye çıkarılmasıyla ekmeklerin protein, yağ, kül ve ham lif değerini artırırken, karbonhidrat ve enerji değerlerinde düşüş olduğunu saptamışlardır. Duyusal analize tabi tutulan örneklerde ise % 5 susam unu katkılı ekmek en iyi genel kalite kabul edilebilirliğini verdiği sonucuna varılmıştır.

Rai ve ark. (2017) tarafından buğday unu, mısır unu ve susam sırasıyla 70:20:10, 65:20:15 ve 60:20:20 oranlarında karıştırılarak farklı kombinasyonlarda bisküvi üretilmiştir. % 100 buğday unu ile üretilen bisküvinin nem değeri % 3.0 olarak rapor edilmiştir. Diğer bisküvi örneklerinin nem değerleri ise sırasıyla % 3.65, 3.98 ve 4.60 olarak rapor edilmiştir. % 100 buğday unu ile üretilen bisküvinin protein miktarı % 9.01 bulunurken, diğer bisküvilerin protein miktarı sırasıyla % 9.99, 10.94 ve 11.07 olarak rapor edilmiştir. % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvinin kül miktarı % 1.76, diğer bisküvilerin kül miktarı sırasıyla % 2.04, 2.29 ve 2.53 olarak rapor edilmiştir.

Animashaun ve ark. (2017), tarafından yapılan bir çalışmada kavru olarak un haline getirilen susamlar buğday ununa % 0, 10, 20, 30, 40, 50 oranlarında ikame edilerek hazırlanan makarnalarda % 50 susam unu içeren un karışımı değerlerinin su emme kapasitesi, çözünürlük ve jelatin için en yüksek değere sahip olduğu belirtilmiştir. Susam unu katkısıyla hazırlanan makarnaların protein değerleri % 6.8' den % 15.2' ye, yağ değeri % 1' den % 1.3' e, lif değeri % 0.2' den % 0.7' ye, kül değeri % 1.3' den % 2' ye, nem değeri % 10.5' den % 13.1' e ve karbonhidrat değerleri ise 70.3' den 76.5' e değişim gösterdiği saptanmıştır.

Kajihaua ve ark. (2014), tarafından ıslatma süresinin filizlenen susam tohumu ununun fonksiyonel özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma sonucuna göre nem ve protein içeriği, ıslatma ve filizlenme ile artırılmış, ancak kaynatma sonrasında 10 saatlik ıslatılmış numune için nem % 4.99' den % 4.92' ye, protein içeriği % 47.64' den % 42.06 seviyesine düşmüştür. Yağ, ham lif, kül ve karbonhidrat içerikleri ıslatma ve filizlenme ile azaltılırken, filizlenen tohumların kaynatılması yağ ve karbonhidrat içeriğini artırmıştır. Islatma, filizlenme ve kaynatma unun fonksiyonel özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir.

Ayo ve ark. (2010), bir tür darı olan "Acha" (*Digitaria exile staff*) ununa belirli oranlarda yağı alınmış susam unu ilave ederek bisküvi üretmeyi amaçlamışlardır. İkame

oranının 0' dan % 20' ye çıkarılmasıyla bisküvilerin protein içeriği % 10.5' dan % 12.9' a, yağ içeriği % 1.8' den % 2.15' e, nem içerikleri % 1.0' dan % 1.6' ya ve kül içerikleri ise % 1.2' den % 3.2' ye çıkmıştır. Bisküvi örneklerinin kırılma mukavemeti ve yayılma oranı sırasıyla 1.49' dan 1.67 kg' a ve 6.0' dan 7.25' e çıkmıştır.

2.2.2. Menengiç

Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.), sakız ağacigiller (*Anacardiaceae*) familyasına ait, yörelere göre melengiç, bittim, çitlembik, çedene gibi farklı isimlerle de bilinen bir ağaç türüdür. Akdeniz ve Batı Asya' nın sembol bir bitkisi olan menengiç Türkiye' de daha çok güney ve batı bölgelerinde yayılım göstermektedir (Özçelik, 2016). Menengiç 10 metreye kadar boylanabilen, nisan ve haziran ayında çiçek açan ve kıyı kesimlerin tepelik ve kayalık yerlerinde yüksekte yetişen bir ağaç türüdür. Pembe renkteki meyveleri olgunlaştıkça meyve rengi yeşil ve mavi rengine dönmektedir. Küre şeklindeki menengiç tohumları yaklaşık 4 – 6 mm boyutlarındadır (Dalgıç ve ark., 2011).

Türün özellikle yaprakları, meyveleri, taze sürgünleri, çiçek, kök, mazı ve kabuk gibi çeşitli kısımlarından geçmiş dönemlerden günümüze kadar insanlar tarafından tıbbi ve aromatik amaçlı kullanılmaktadır (Gülsoy ve ark., 2013). Tohumları öğütülerek menengiç kahvesi yapımında kullanılmaktadır. Taze sürgünleri konserve şeklinde hazırlanarak yemeklerde kullanılmakta ve meyvelerinden ise iştah açıcı olarak özel köy ekmeklerinde faydalanılmaktadır (Gülsoy ve ark., 2013).

Yapılan araştırmalara göre, menengicin genç sürgün, çiçek, ham meyve ve olgun meyvesinde sırasıyla % 0.74, % 0.70, % 0.54 ve % 0.73 uçucu yağ belirlenmiştir (Gültekin ve ark., 2007). Menengiç yağ, protein ve diyet lifleri bakımından zengin bitki türü olup, antik çağlardan beri kendine has tat ve aromatik özellikleri ile bilinmektedir (Dalgıç ve ark., 2011). Menengiç tohumları besinsel lif, mineral maddeler, doymamış yağ asitleri ve antioksidan kapasitesi bakımından son derece zengindir. Menengicin % 58 - 60 yağ içerdiği ve bu yağın oleik, linoleik ve palmitik yağ asitlerince zengin olduğu bulunmuştur (Agar ve ark., 1995). Gaz kromatografisi ile yapılan bir çalışmada menengicin yağ asidi kompozisyonu % 52.3 oleik asit, % 21.3 palmitik asit ve % 19.7 linoleik asit olarak belirlenmiştir (Altuntaş ve ark., 2020). Menengiç düşük miktarda doymuş yağ asiti içeriğine sahiptir (Özcan, 2004). Menengiç tanelerinin % 6.17 nem, %

9.67 ham protein, % 10.9 ham lif ve % 3.1 kül içerdiği tespit edilmiştir (Özcan, 2004; Altuntaş ve ark., 2020).

Dalgıç ve ark. (2011), menengiç yağının kalite parametreleri üzerine farklı kavurma sıcaklıklarının (100, 120 ve 140 °C) etkisini araştırdıkları bir çalışmaya göre, kavurma sıcaklığının artmasıyla yağ ekstraksiyon verimi, α , β ve γ -tokoferol miktarları, palmitik ve palmitoleik yağ asit bileşenleri, toplam fenolik madde ve toplam klorofil, karotenoit ve feofitin a renk maddeleri arttığı belirlenmiştir. Diğer yağ asidi bileşenleri olan oleik asit (n-9), oleik asit (n-7) ve linoleik asit kavurma sıcaklığına bağlı olarak çok az miktarlarda azalma saptanmıştır. Menengiç tohumları için en ideal kavurma sıcaklığı 140°C olarak seçilmiştir.

Hayoğlu ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmada % 60 şeker içeriğine sahip kavrulmamış menengiç şekerlemesinde % 1.24 kül, % 0.38 nem, 74.72 L*, -0.61 a* ve 5.3 b*; % 70 şeker içeriğine sahip kavrulmuş menengiç şekerlemesinde % 1.83 kül % 0.27 nem, 72.97 L*, 1.00 a* ve 9.6 b* değerleri tespit edilmiştir. Kavrulmuş örneklerde menengicin yapısı ısıl işlemin etkisiyle gevrek bir hal aldığından ve tat ve aromada meydana gelen değişimler nedeniyle duyuşal değerlendirmede kavrulmuş örnekler daha yüksek puan almıştır.

Ünüvar (2013) tarafından, menengiç üç farklı una (kuvvetli un, zayıf un ve tam buğday unu) çeşitli oranlarda (% 0, 2.5, 5, 7.5 ve 10) ikame edilerek hazırlanan ekmeklerde, menengiç katkılı ekmekler, kontrol örneğine göre daha iyi tekstür yapısı ve daha yüksek hacim değeri gösterdiği belirtilmiştir. Diğer katkı maddelerinin (askorbik asit, lipaz, amilaz ve hemiselülaz) ilave edildiği örneklerin ekmek hacimleri kontrol örneklerine göre daha yüksek çıkmıştır. Katkı maddeleri ilave edilerek kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday unundan üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik ve katılık değerleri kontrole göre daha düşük çıkmıştır.

2.2.3. Keten tohumu

Keten (*Linum usitatissimum*), *Linaceae* familyasına ait eski dönemlerden beri yetiştirilmekte olan bir bitkidir. Latince ‘çok faydalı’ anlamına gelen keten tohumunun, Mezopotamya ve Mısır topraklarında 8000 yıl önce yetiştirmeye başladığı belirlenmiştir (Uygur, 2014). *Linaceae* familyası 22 cins ve ortalama 300 türden oluşmakta olup familyanın en önemli üyelerinden olan *Linum* cinsinin ise yaklaşık 230 türü bulunmaktadır (Öksüz ve ark., 2015).

Çok uzun yıllardan beri tarımı yapılan ve farklı amaçlarla kullanılan keten bitkisi Akdeniz' den Hindistan' a kadar geniş bir bölgede yetiştirilmektedir. Dünya' da en fazla keten tohumu üretimi yapan ülkelerin başında gelen Kanada, dünya üzerinde en büyük keten tohumu ihracatçısı konumundadır. Hindistan, Çin, Rusya, Kazakistan, ABD, Etiyopya, Ukrayna ve Fransa, Kanada' dan sonra en çok keten tohumu üreticisi ülkeler arasında yer almaktadır (Dave Oomah, 2001; FAO, 2019). Halk arasında siyelek, zeyrek tohumu ve kırbaş tohumu olarak da bilinen keten tohumunun (Öksüz ve ark., 2015), son yıllarda yapılan araştırmalar sayesinde yüksek besin değerinin anlaşılması ve kanser riskini, kalp-damar hastalıklarını, diyabet ve obezite gibi birçok rahatsızlığı azaltması nedeniyle dünya çapında önemi her geçen yıl artmaktadır. Keten tohumu gıda amaçlı olmasının yanı sıra hem endüstriyel hem de lif kaynağı olarak değerlendirilebilen önemli bir bitkidir. Keten tohumu bitkisinin hemen her parçası, doğrudan veya işlemden geçirildikten sonra ticari olarak kullanılmaktadır (Ertuğ, 1998).

İki değişik forma sahip olan keten, yağ üretiminde ve lif üretiminde kullanılan tek yıllık ve mavi çiçekli endüstri bitkisidir. Uzun boylu formları kuvvetli liflere sahip olup lif üretimi amacı ile yetiştirilirken, kısa boylu formları yağ elde etmek amacı ile yetiştirilen türlerdir (Yıldırım ve Arslan, 2013). Keten bitkisinin köklerinde yüksek mukavemet ve dayanıklılığa sahip yüksek kalitede lif bulunmaktadır (Singh ve ark., 2011). Sarıdan koyu kahveye kadar çeşitli renklerde taneler içeren keten tohumundaki bu renk farklılığı, besin içeriği ve gıda güvenliği açısından önemli bir fark oluşturmamaktadır (Uygur, 2014; Bostanoğlu, 2015).

Keten tohumları, omega-3 bakımından zengin yağ, sindirilebilir proteinler ve lignanlar içermektedir (Singh ve ark., 2011). Keten yağ, protein ve lif açısından zengin bir kaynak olup, tohumlarında % 30 - 40 yağ, % 20 - 25 protein, % 20 - 28 toplam lif, % 4 - 8 nem ve % 3 - 4 kül bulunmaktadır (Herchi ve ark., 2012). İçeriğindeki yağın çoklu doymamış yağ içeriği % 70 - 71 iken doymuş yağ içeriği % 18 olup α -linolenik yağ asitleri çoklu doymamış yağ asitlerin yarısından fazlasını oluşturduğu saptanmıştır (Yüksel ve ark., 2018). Kavrulmuş keten tohumu unu % 12.3 ham lif ve % 44.3 yağ bileşime sahip, linolenik asit (%55.37) ve linoleik asit (%11.38) açısından zengin bir kaynaktır (Ganorkar ve Jain, 2014). Keten tohumu, çözünür ve çözünmez bir diyet lifi içermesinin yanı sıra bir tür fitoöstrojen olan lignan içermektedir (Singh ve ark., 2011). Keten tohumundaki başlıca lignan 2,3-bis (3-metoksi-4-hidroksibenzil) bütan-1,4-diol diğer adıyla secoisolarisiresinol ($C_{20}H_{26}O_6$) bileşiği olup, minör olarak bulunan diğer lignanlar ise isolarisiresinol, matairesinol ve pinoresinol bileşikleridir (Uygur, 2014).

Keten tohumu, en zengin α -linolenik asit yağı ve lignan kaynaklarından biri olmasıyla birlikte yüksek kaliteli proteine sahip olması, çözünür lifin ve fenolik bileşiklerin temel kaynağı olması nedeniyle önemli bir potansiyele sahiptir (Doğmuş ve Durucasu, 2013). Keten tohumunda çözünmeyen ana fiber fraksiyonu selüloz ve ligninden oluşmakta olup çözünür fiber fraksiyonları ise müsilaj zamklarıdır (Singh ve ark., 2011).

Keten tohumu içeriğinde bulunan siyanojenik glukozid bileşikleri tohumun kullanımında en büyük sorunu teşkil etmektedir. Vücuda alınan siyanojenik glikozitler, bitkisel besin kaynaklı enzimlerin veya bağırsak mikroorganizmalarının etkisiyle hidrosiyanik asit oluşturabilmektedirler. Keten tohumu tanelerinin mekanik bir etkiyle (öğütme işlemi vb.) veya sindirim sırasında parçalanması sonucu keten tohumunda mevcut olan β -glukosidaz enzimi aktif forma geçer ve siyanojenik glukozid bileşikleri hidrolize uğrayarak insan vücudu için toksik etkisi olan hidrosiyanik asit açığa çıkmaktadır (Uygun, 2014; Çelik ve Yıldırım, 2017). Bu bileşikler tohumun içeriğinde bulunan fitik asit, çinko ve kalsiyum gibi pozitif yüklü minerallere bağlanarak bu minerallerin yetersizliğine neden olabilmektedir.

Omega-3 yağ asitlerince zengin keten yağı, özellikle linolenik asidin % 3 sınırının altına düşürüldüğü ıslah çeşitlerinde yemeklik yağ olarak kullanılabilir (Tanman, 2009). Hazır kahvaltılıklar, bisküvi, kraker, kek ve çorba gibi birçok gıda ürününde keten tohumu, katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Kurt, 1996).

Tam buğday ununa, kavrulmuş ve kısmen yağdan arındırılmış keten tohumu unlarının % 16'lık bir takviye seviyesine kadar ilave edilmesi, chapatti (mayasız ekmek)'nin duyusal nitelikleri açısından kabul edilebilir bulunmuştur (Hussain ve ark., 2008).

Seczyk ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, % 1 - 5 oranında keten tohumu kabuğu takviye edilmiş buğday ekmeğinin takviye oranının artması ile ekmek hacmini azaldığı ve sertliğinin arttığı rapor edilmiştir. Duyusal açıdan ise keten tohumu kabuğu ekmeğinin duyusal özellikleri üzerinde biraz olumsuz bir etkiye sahip olduğu, ancak tüketici kabul edilebilirliğini sağladığı belirlenmiştir.

Burnaz ve ark. (2018) tarafından, geleneksel ekmeğe keten tohumu eklenerek, ekmeğin fenolik madde içeriğinin zenginleştirilmesi ve antioksidan bakımından işlevselliğinin artırılması amaçlanmıştır. 20 g keten tohumu eklenerek yapılan ekmekler kontrol beyaz ekmekle karşılaştırıldığında keten tohumunun beyaz ekmeğin toplam fenolik madde içeriğini, dolayısıyla antioksidan aktivitesini artırdığı rapor edilmiştir.

Bostanoğlu (2015), çalışmasında sade kek yapımında, yumurta yerine keten tohumu gamı kullanmıştır. Bu çalışmada % 8, 10, 12 keten tohumu - su konsantrasyonlarında 90 °C' de 4 saat süre sonucunda elde edilen keten tohumu gam ekstraktlarının kekin kalite özelliklerine en iyi etkiyi yaptığı belirlenmiştir.

Conforti ve Davis (2006), keten tohumu unu (% 15) ve soya ununun (% 5 ve % 10) kombinasyonunun ekmek kalitesi üzerindeki etkisini inceledikleri bir çalışmada, artan katkı seviyesiyle ekmek hacminde azalma tespit etmişlerdir.

Hussain ve ark. (2008), yaptıkları bir çalışmada kısmen yağdan uzaklaştırılmış keten tohumu unlarında (hem kavrulmuş hem de kavrulmamış) ham protein, ham lif, kül ve mineral içeriklerinde belirgin artış olduğu gözlenmiştir. Kavrulmuş kısmen yağdan arındırılmış keten tohumu unlarının mineral profili ve kompozisyonu, birçok gıda uygulamasında eklenebileceğini göstermiştir.

Yüksel ve ark. (2018), % 0, 10, 15, 20 keten tohumu ile zenginleştirilmış geleneksel ev tipi eriştelerin nem içeriklerinde keten tohumu ilavesiyle önemli bir azalma olduğu saptanmıştır. % 20 keten tohumu ile zenginleştirilmış erişte ve kontrol örneğinde belirlenen maksimum ve minimum α -linolenik yağ asidi içeriği sırasıyla % 53 ve % 2.3 olarak tespit edilmiştir. Keten tohumu içeren erişte örnekleri ile keten tohumu içermeyen örnekler arasında tat, koku ve genel beğeni bakımından önemli bir farklılık belirlenmiştir. Örneklerin pişme süreleri keten tohumu artışıyla birlikte önemli oranda azalırken, suya geçen madde miktarında önemli bir değişme görülmemiştir.

Borlu (2009) tarafından yapılan çalışmada, lavaş ekmeğine % 0 (kontrol), 5 ve % 10 seviyelerinde keten tohumu unu ve çimlenmiş keten tohumu unu ilaveli 5 farklı lavaş çeşidinde, keten tohumu unu ve çimlenmiş keten tohumu unu ikamesinin omega-3 ve omega-6 değerlerini önemli düzeyde artırdığı rapor edilmiştir. Omega-3 düzeyi kontrol lavaş ekmeğinde 4 μ g/g seviyesinde iken, % 10 keten tohumu unu ilave edilmiş lavaş ekmeğinde 2342.2 μ g/g, % 10 çimlenmiş keten tohumu unu katkılı lavaş ekmeğinde ise 7128.6 μ g/g olarak tespit edilmiştir. Lignan, % 10 seviyesinde ikame ile miktarı iki katına çıkmıştır.

Uygur (2014), çalışmasında keten tohumundaki toksik hidrosiyamik asit bileşenlerinin etkisini azaltmak ve keten tohumuna aroma kazandırmak amacıyla orta dalga infrared enerji ile 5.3 dakika işlenen keten tohumunu, % 5, 10 ve 15 oranlarında tarhana bileşimine ilave ederek tarhanaların besin değerinin keten tohumu katkısıyla birlikte zenginleştiğini saptamıştır. Artan keten tohumu katkısıyla tarhananın suda oznen ve oznmeyen diyet lif içeriği ve fitik asit içeriğinin arttığı grlmştir.

Tarhananın artan ikame seviyesi ile mineral madde bakımından ve oleik ve α -linolenik asit içeriği bakımından zenginleştiği belirlenmiştir. Kontrol tarhananın α -linolenik asit değerini % 2.6 iken % 15 keten tohumu katkılı tarhananın α -linolenik asit değerini % 44.5' a yükselmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bisküvi üretiminde kullanılan; sodyum bikarbonat, şhortening, yağsız süt tozu, tuz, şeker, vanilya, bisküvilik buğday unu, menengiç, susam ve keten tohumu Konya piyasasından temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Bisküvi üretimi denemelerinde menengiç, susam ve keten tohumu 6 farklı oranda (% 0, 5, 10, 15, 20, 25) bisküvilik yumuşak buğday unu ile yer değiştirme esasına göre bisküvi üretiminde kullanılmış olup, bu denemeler iki tekerrürlü olarak (3 x 6) x 2 faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür. Kontrol örneği olarak % 100 bisküvilik yumuşak buğday unundan üretilen bisküviler kullanılmıştır.

3.2.2. Bisküvi üretimi

Bisküvi üretiminde kullanılan menengiç, susam ve keten tohumu 50 °C' de 24 saat etüvde (Nüve FN-500, Ankara, Turkey) kurutulduktan sonra laboratuvar değirmeni ile (Alveo, Konya, Türkiye) öğütülmüştür. Öğütülen bu hammaddeler 1 mm' lik elekten geçirilerek bisküvi üretiminde kullanılmıştır.

Bisküvi üretiminde AACC Standart No:10-54 üretim metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Bisküvi hammaddeleri, Kenwood mikserde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) 8 dakika süre ile yoğurulmuştur. Yoğurma sonrası elde edilen hamur 5.0 mm kalınlığında merdane yardımıyla açılarak ve 55.0 mm çaplı kesme kalıbı ile kesilerek şekil verilmiştir. Kesilen hamur parçaları alüminyum tepsilere yerleştirilmiş ve 170 ± 2 °C' de 20 dakika süre ile konveksiyonel fırında (Vestel SF8401, Türkiye) pişirilmiştir.

Bisküvi formülasyonunda kullanılan ingrediyeentler aşağıda Çizelge 3.1' de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Bisküvi Formülasyonu

İngrediyentler	Un esasına göre (%)
Bisküvilik Buğday Unu	100
Şeker	40
Shortening	40
Yağsız Süt Tozu	1.0
Sodyum Bikarbonat	2
Tuz	1.25
Vanilya	0.5
Saf Su	15-20 ml

3.2.3. Hammadde analizleri

3.2.3.1. Renk ölçümü

Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelerin renk analizinde Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı kullanılarak hammaddelerin L* (parlaklık), a* (kırmızı, yeşil) ve b* (sarı, mavi) değerleri örneğin 5 farklı noktasından ölçülerek yapılmıştır (Francis, 1998).

3.2.3.2. Nem tayini

Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelere ait nem tayini AACC 44-19 metoduna göre 135 °C' de 2.5 saat kurutma normuna göre yapılmıştır (AACC, 1990).

3.2.3.3. Kül tayini

Hammaddelerin kül tayini AACC 08-01 metoduna göre; örnekler 550 °C sıcaklıkta, örnek hiçbir siyah leke içermeyinceye kadar kül fırınında (WiseTherm, F/FH 0-1200°C, İngiltere) yakılmasıyla belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.4. Protein tayini

Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelere ait protein tayini AACC 46-12 metoduna göre Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.5. Yağ tayini

Hammaddelerin yağ miktarı AACC 30-25'e göre, soxhelet cihazı (Velp SER 148/6, Usmate, İtalya) kullanılarak belirlenmiştir. Hammaddelerde bulunan yağ, hekzan ile ekstrakte edildikten sonra hekzanın uçurulmasıyla tespit edilmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.6. Karbonhidrat tayini

Hammaddelerin karbonhidrat miktarları, kimyasal analizleri yapılmış olan numunelerin nem (%), yağ (%), ham protein (%), kül (%) miktarlarının toplamının 100' den çıkarılması ile belirlenmiştir (Schakel ve ark., 1997).

3.2.3.7. Enerji tayini

Kimyasal analizler sonucu elde edilen karbonhidrat değerini 4 ile, proteini 4 ile, yağın 9 ile çarpılması ve bulunan değerlerin toplanması ile elde edilmiştir (Schakel ve ark., 1997).

3.2.3.8. Fitik asit tayini

Hammaddelerin fitik asit miktarı, kolorimetrik olarak belirlenmiştir (Haug ve Lantzsche, 1983). Hammaddelerin fitik asit miktarlarının belirlenmesi için örnekler hidroklorik asit ile ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra ise bu ekstraktlar Demir III çözültüsü ile çöktürülmüştür. Bu işlemlerden sonra serum kısmındaki demir miktarı spektrofotometre ile ölçülerek fitik asit miktarı saptanmıştır.

3.2.3.9. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Hammaddelere ait toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu metodu ile kolorimetrik olarak belirlenmiştir. Hammaddelerin öğütülmesi ile elde edilen 4 g örnek 20 ml asitlendirilme işlemine tabi tutulmuş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, h/h) çözültüsü ile su banyosunda (24 ± 1 °C) 2 saat süre boyunca çalkalama işlemine tabi tutularak örneklerden ekstrakt elde edilmiştir. Bu ekstraktlar santrifüjde 3000 rpm' de 10 dakika bekletilmiştir. Santrifüj işleminin ardından oluşan supernatant kısmı

içerisindeki toplam fenolik madde içeriği belirlenmiştir (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005).

Toplam fenolik madde analizinde bir deney tüpü içerisine örnek (0.1 ml), Folin-Ciocaltaeu (% 10' luk, h/h, suda) (0.5 ml) ve sodyum karbonat (% 20' lik, a/h, suda) (1.5 ml) konulmuştur. Ardından örnek ve kimyasalların bulunduğu deney tüpleri 24 ± 1 °C (oda sıcaklığında) 2 saat süresince bekletilmiştir. Bekleme süresi tamamlanan bu örnekler 760 nm absorban değerinde spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, England) okunmuştur. Hammaddelerin toplam fenolik madde miktarı $\mu\text{g GAE/g}$ olarak belirlenmiştir (Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.2.3.10. Mineral madde tayini

Hammaddelerin toplam mineral madde içeriği belirlenirken 0,5 g örnek için 10 ml $\text{H}_2\text{SO}_4+\text{HNO}_3$ kullanımı ile mikrodalga (Mars 5, CEM Corporation, USA) yaş yakma metodu ile yakma işlemi uygulanmıştır ve oluşan süzüklerdeki mineral madde miktarı ICP-AES (İndüktif eşleşmiş plazma-atomik emisyon spektrometresi) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) tayin edilmiştir (Skujins, 1998).

3.2.4. Bisküvi analizleri

3.2.4.1. Fiziksel analizler

3.2.4.1.1. Renk ölçümü

Bisküvi örneklerinin renk analizleri hammadde analizlerinde 3.2.3.1. başlığı altında verildiği gibi belirlenmiştir.

3.2.4.1.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Bisküvi örneklerine ait kalınlık ve çap değerleri AACC 10-54 metoduna göre dijital kumpas (0.001 mm, Mitutoyo, Tokyo, Japan) kullanılarak tespit edilmiştir (AACC, 1990). Bisküvi örneklerinin yayılma oranı ise çap değerinin kalınlık değerine (mm) bölünmesi ile hesaplanmıştır.

3.2.4.1.3 Tekstür analizleri

Tekstür analizi, TA-XT2i (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve bisküvilerin sertlik, kırılabilirlik değerleri kaydedilmiştir. Tekstür ölçümlerinde cihazın ön test hızı 1.00 mm/sn, test hızı 3.00 mm/sn, trigger kuvveti 50g ve uzaklık 5mm uygulanarak teste tabi tutulmuştur. Tekstür analizi bisküvilerin pişme işlemi tamamlandıktan 2 saat sonrasında yapılmıştır.

3.2.4.2. Kimyasal analizler

Örneklerin kimyasal analizleri gerçekleştirilmeden önce bisküviler bir öğütücü ile (Alveo, Konya, Türkiye) öğütülüp 500 µ elekten elenmiştir. Öğütülüp elenen örnekler polietilen torbalarda analizler gerçekleştirilene kadar +4 °C' de muhafazası yapılmıştır.

3.2.4.2.1. Su aktivitesi

Su aktivitesi bisküvi örneklerinde Novasina cihazı (LabTouch-aw, İsviçre) kullanılarak sabit ortam koşullarında ölçülmüştür (Certel ve ark., 2009).

3.2.4.2.2. Nem tayini

Bisküvi örneklerinde nem tayini hammaddelerde 3.2.3.2. başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.2.3. Kül tayini

Bisküvilerin kül tayini hammaddelerde 3.2.3.3. başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.2.4. Protein tayini

Bisküvilerin protein tayini hammaddelerde 3.2.3.4. başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.3. Depolama analizleri

Bisküvi örnekleri 6 ay boyunca depolamaya tabi tutularak 2'şer aylık periyotlarla bisküvi örneklerinin nem tayini, pH ve peroksit analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca indüksiyon süresinin belirlenmesinde ransimat analizi yapılmıştır. Depolamada bisküvi örnekleri öğütülmeden polietilen torbalara yerleştirilip, 22 °C oda koşullarında, karanlık ortamda 6 ay süre ile muhafaza edilmiştir. Analizi gerçekleştirilecek örnekler zamanı geldiğinde öğütücü (Alveo, AHE.OG.0001, Konya, Türkiye) ile öğütülüp 500 µ elekten elenerek analizlerde kullanılmıştır.

3.2.4.3.1. Nem tayini

Bisküvi örneklerinde depolama boyunca yapılan nem tayini hammaddelerde 3.2.3.2. başlığı altında belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.3.2. pH tayini

pH ölçümü pH metre elektrotunun içindeki sıvı ile bisküvi örneklerinden hazırlanan sıvı arasındaki potansiyel farkının ölçülmesi ilkesine dayanır. 100 ml' lik behere 5 g bisküvi tartılarak, saf su ile 50 ml ye tamamlanıp, tamamen karıştırıldıktan sonra pH metre elektrodu hazırlanan çözeltiliye daldırılarak pH değeri ölçülmüştür.

3.2.4.3.3. İndüksiyon süresi

Bisküvi örneklerinde Ransimat (Metrohm-Herisau 679, Switzerland) cihazının kullanımı ile indüksiyon zamanı belirlenmiştir. İndüksiyon süresinin (saat) bisküvi örneklerinden elde edilen 2.5 g yağ örneğinden 100 °C' de 20 L/h hızla kuru hava geçirilerek belirlenen iletkenlik eğrisi üzerindeki kırılma noktasından belirlenmiştir (Laubli ve ark., 1988).

3.2.4.3.4. Peroksit sayısının belirlenmesi

Peroksit sayısı, yağlarda bulunan aktif oksijenin ölçüsü olup, 1000 g yağda bulunan peroksit oksijenin miliekivalentgram olarak miktarıdır.

Bisküvi örneklerin elde edilen yağlar 1 g olacak şekilde hassas terazide tartıldıktan sonra üzerine 10 ml kloroform ve 15 ml asetik asit ilave edilerek hızlıca karıştırılmıştır. Çözünen yağın üzerine 1 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edilerek tekrar karıştırma işlemi yapılmıştır. Örnek 5 dk karanlık ortamda bekletildikten sonra 75 ml distile su eklenmiştir. 3 - 4 damla % 1' lik nişasta çözeltisi damlatılan örnekler 0.002 N Sodyum tiyo sülfat ile mavi renk kaybolana kadar titre edilmiştir. Titrasyon sarfiyatı ile bisküvi örneklerinin peroksit sayıları 1000 g' da miliekivalentgram olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.4. Besinsel analizler

3.2.4.4.1. Fitik asit tayini

Bisküvilerin fitik asit tayini hammadde analizlerinde 3.2.3.8. başlığı altında verildiği gibi belirlenmiştir.

3.2.4.4.2. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Bisküvilerin fenolik madde miktarının hesaplanması hammadde analizlerinde 3.2.3.9. başlığı altında verildiği gibi belirlenmiştir.

3.2.4.4.3. Mineral madde tayini

Bisküvilerin mineral madde tayini hammadde analizlerinde 3.2.3.10. başlığı altında verildiği gibi belirlenmiştir.

3.2.4.5. Duyusal analizler

Bisküvi örneklerinin duyusal analizi renk, koku, tat (lezzet), görünüş, kırılgenlik ve genel beğeni bakımından Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği

Bölümünde bulunan yaşları 21 - 55 arasında değişen 10 kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz parametreleri 1 ile 5 arasında değişen skalalar ile puanlandırılmıştır (1 - kötü; 2 - yeterli değil; 3 - kabul edilebilir; 4 - iyi; 5 - çok iyi).

3.2.5. İstatistiki analizler

2 tekerrürlü olarak yürütölen denemelerin analiz sonuçları için istatistiki analiz uygulanmıştır. Bu istatistiki analizde JMP istatistik programı, 5.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. İstatistiki analiz sonuçları tablolar halinde özetlenmiş, çoklu karşılaştırma testi kullanılarak varyans analizinde önemli bulunan veriler birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analizi Sonuçları

Bisküvilik buğday unu, menengiç, susam ve keten tohumuna ait L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) renk değerleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Hammaddeler içinde en yüksek L* değeri buğday ununda bulunmuş, bunu sırasıyla susam, keten tohumu ve menengiç izlemiştir. a* değeri bakımından incelenen hammaddelerden keten tohumunun en yüksek (8.03), buğday ununda ise en düşük a* (-0.35) değeri vermiştir. Bisküvi yapımında kullanılan bazı hammaddeler b* değeri açısından incelendiğinde ise susam ve keten tohumu sırasıyla 19.33 ve 18.31 ile en yüksek sarılık değeri verirken, buğday unu 9.75; menengiç 5.46 değerini vermişlerdir.

Yapılan bir çalışmada menengiç meyvesine ait renk değerleri, L* 34.15, a* -0.97 ve b* 2.26 olarak bulunmuştur (Altuntaş ve ark., 2020).

Demir (2015) tarafından yapılan bir araştırmada, bisküvilik unun L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 91.71; -0.62 ve 8.29 olarak rapor edilmiştir.

Clerici ve ark. (2013) tarafından yapılan bir araştırmada, yağı alınmış susam ununun renk değerleri L* 67.43, a* 5.38 ve b* 17.20 olarak rapor edilmiştir.

Menengiç, susam ve keten tohumu ilaveli bisküvilerde kullanılan hammaddelerden buğday unu, menengiç, susam ve keten tohumuna ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1' de özetlenmiştir.

Buğday ununun nem içeriği % 11.72 bulunurken, menengiç, susam ve keten tohumunun nem içerikleri sırasıyla % 4.61, % 4.09, % 7.06 olarak bulunmuştur.

Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddeler kül içeriği bakımından kıyaslandığında susam (% 2.98) ve keten tohumu (% 2.97) arasında istatistiki olarak benzer ve en yüksek değerler elde edilirken, menengiçin kül içeriği % 2.39, buğday ununun kül içeriği ise % 0.52 olarak tespit edilmiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelerden susamın en yüksek protein içeriğine (% 19.71), buğday ununun ise en düşük protein içeriğine (% 7.70) sahip olduğu bulunmuştur. Keten tohumu protein içeriği bakımından susamdan sonra ikinci sırada gelirken (% 16.48), menengiçin protein değeri ise % 11.33 olarak tespit edilmiştir.

Susamın diğer hammaddelere göre daha yüksek yağ içerdiği (% 54.50) tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla menengiç (% 41.40), keten tohumu (% 39.30) ve bisküvilik un (% 1.09) takip etmiştir.

Bisküvilik unun karbonhidrat içeriği % 78.97, menengiçin % 40.46 ve keten tohumunun % 34.20 olarak bulunmuştur. İkame edilen hammaddeler içinde en düşük karbonhidrat içeriği susamda tespit edilmiştir (% 18.72). Susamda karbonhidrat miktarının düşük çıkmasının sebebi, yağ içeriğinin fazla olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Hammaddeler enerji bakımından incelendiğinde susamın enerji değeri 644.21 kkal, menengiç 577.97 kkal, keten tohumu 556.39 kkal ve bisküvilik buğday unu 356.48 kkal olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelere ait analiz sonuçları¹

	Buğday Unu	Menengiç	Susam	Keten Tohumu
Renk				
L*	93.84±0.07a	21.87±0.59d	72.41±0.77b	46.51±1.27c
a*	-0.35±0.00c	2.41±0.28b	0.58±0.04bc	8.03±0.87a
b*	9.75±0.04b	5.46±0.26c	19.33±0.76a	18.31±0.11a
Nem (%)	11.72±0.02a	4.61±0.02c	4.09±0.17d	7.06±0.10b
Kül (%)	0.52±0.02c	2.39±0.00b	2.98±0.00a	2.97±0.00a
Protein (%)	7.70±0.06d	11.33±0.00c	19.71±0.11a	16.48±0.17b
Yağ (%)	1.09±0.06c	41.40±1.48b	54.50±3.17a	39.30±1.67b
Karbonhidrat (%)	78.97±0.11a	40.46±1.50b	18.72±3.46c	34.20±1.74b
Enerji (kkal)	356.48±0.30c	577.97±7.37b	644.21±15.14a	556.39±8.72b
Fitik asit(mg/100g)	293.90±7.01b	788.60±5.23a	901.71±0.16a	772.27±8.57a
Toplam fenolik madde(mg/kg)	743.22±0.37b	7420.98±28.95a	1045.65±2.76b	1250.62±11.87b
Mineral(mg/100g)				
Ca	30.51±3.38d	82.20±2.94c	105.40±4.16b	179.70±7.04a
Fe	2.05±2.66c	3.20±0.07b	5.90±1.10a	6.00±0.31a
K	197.00±3.35d	1173.80±2.42a	466.30±3.56c	697.10±5.50b
Mg	40.58±1.48d	65.40±4.00c	265.92±3.86b	292.11±4.06a
P	160.00±2.35d	307.84±2.40c	849.91±2.69a	597.10±4.21b
Zn	1.00±0.01b	1.43±1.85ab	5.20±0.16a	3.91±0.24ab

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). Ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey HSD testi kullanılmıştır.

Köten ve Satouf (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, menengiç püresinin 722.85 mg/100 g fitik asit, % 12.35 protein, % 3.23 kül, % 2.30 nem, % 40.21 yağ, % 41.20 karbonhidrat ve 576.09 kkal enerji içerdiği tespit edilmiştir. Özcan (2004) tarafından yapılan başka bir çalışmada menengiç meyvesinde % 3.10 kül ve % 9.67 protein bulunduğu rapor edilmiştir.

Kajihaua ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, susam ununun % 3.97 nem, % 26.09 protein, % 55.26 yağ ve % 3.96 kül içerdiği rapor edilmiştir. Olagunju ve Ifesan (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada, susam ununun % 1.91 nem, % 26.23 protein, % 52.70 yağ, % 9.77 karbonhidrat ve % 5.83 kül içerdiği rapor edilmiştir.

Hussain ve ark. (2006) tarafından yapılan bir araştırmada, keten tohumunun % 4.5 nem, % 3.46 kül ve % 22.4 protein içerdiği belirtilmiştir. Demir (2015) tarafından yapılan bir çalışmada bisküvilik buğday ununun % 11.71 nem, % 9.01 protein ve % 0.67 kül içerdiği belirtilmiştir. Ganorkar ve Jain (2014) tarafından yapılan bir başka çalışmada, saf buğday ununun % 9.32 nem, % 0.48 kül, % 8.7 protein içerdiği rapor edilmiştir. Yapılan aynı çalışmada kavrulmuş keten tohumu ununun ise % 3.6 nem, % 4.1 kül, % 44.3 yağ ve % 21.1 protein içerdiği rapor edilmiştir.

Bisküvilerin üretiminde kullanılan hammaddelerden buğday unu, menengiç, susam ve keten tohumuna ait mineral madde miktarları Çizelge 4.1' de verilmiştir. Kalsiyum miktarı bakımından en yüksek değere keten tohumu (179.70 mg/100g) sahip olup, bunu sırasıyla susam (105.40 mg/100g), menengiç (82.20 mg/100g) ve buğday unu (30.51 mg/100g) takip etmiştir. Hammaddelerin demir miktarı buğday ununda 2.05 mg/100g ve menengiçte 3.20 mg/100g bulunurken, susam (5.90 mg/100g) ve keten tohumunda (6.00 mg/100g) istatistiki bir fark görülmemiştir. Menengiçin potasyum içeriği (1173.80 mg/100g), susamın (466.30 mg/100g), keten tohumunun (697.10 mg/100g) ve buğday ununun (197.00 mg/100g) potasyum içeriğinden oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Keten tohumu en yüksek magnezyum içeriğine sahip olurken (292.11 mg/100g), buğday ununun en düşük magnezyum içeriğine (40.58 mg/100g) sahip olduğu belirlenmiştir. Menengiçin 65.40 mg/100g, susamın ise 265.92 mg/100g magnezyum içerdiği tespit edilmiştir. Susam fosfor içeriği bakımından diğer maddelere göre en yüksek miktara sahip olup (849.91 mg/100g), bunu sırasıyla keten tohumu 597.10 mg/100g; menengiç 307.84 mg/100g; buğday unu 160.00 mg/100g takip etmiştir. Bisküvide kullanılan hammaddelerin çinko içerikleri 1.00 – 5.20 mg/100g arasında değişmekte olup susam en yüksek çinko değerine, buğday unu ise en düşük çinko değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Menengiç (1.43 mg/100g) ve keten tohumunun (3.91 mg/100 g) çinko içeriklerinde istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir.

Menengiç meyveleri bazı mineral konsantrasyonları açısından zeytin, muz ve incir gibi meyvelere göre avantajlı olup potasyum, magnezyum ve çinko içerikleri daha düşük iken sodyum ve fosfor içerikleri bu meyvelere oranla daha yüksektir (Özcan, 2004). Olgunlaşmış menengiç meyvesi K, P, Ca, Fe, Mg ve Zn minerallerini fazla miktarda içeriğinde bulundurmaktadır (Altuntaş ve ark., 2020).

Bir çalışmada yağı alınmış susam ununun mineral madde içeriği; magnezyum 185.71 mg/100g, çinko 3.8 mg/100g, demir 10.6 mg/100g, fosfor 580.52 mg/100g ve potasyum 374.71 mg/100g olarak rapor edilmiştir (El-enzi ve ark., 2018). Yapılan başka

bir çalışmada yağı alınmış susam ununun mineral bileşimi analize tabi tutulmuş ve 385 mg/100g K, 6.19 mg/100g Fe, 20.3 mg/100g Ca içerdiği tespit edilmiştir (Abbas ve ark., 2016).

4.2. Bisküvi Analiz Sonuçları

4.2.1. Fiziksel analizler

Bisküvilik buğday ununa farklı seviyelerde menengiç, susam ve keten tohumu ilavesi ile üretilen bisküvilerin renk, çap, kalınlık, yayılma oranları ve tekstürel özellikleri (sertlik, kırılgenlik) tespit edilmiştir.

4.2.1.1. Renk ölçümü

Bisküvi örneklerinin L* değerleri 41.61 - 69.75 arasında değişmiş olup, ortalama 60.95 ± 9.75 olarak tespit edilmiştir. Bisküvilerin kırmızılık değerleri 3.49 – 7.61 arasında olduğu, ortalama 4.85 ± 1.38 olarak ve sarılık değerleri ise 12.37 – 31.65 arasında olduğu, ortalama 24.26 ± 6.44 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Bisküvi örneklerine ait renk değerleri¹

İkame maddeler	İkame oranı (%)	L*	a*	b*
Menengiç	0	69.75±0.06	3.85±0.18	28.59±0.14
	5	59.86±0.40	3.49±0.08	20.36±0.19
	10	50.08±0.11	4.79±0.35	17.63±0.36
	15	47.11±0.05	4.95±0.24	15.36±0.09
	20	41.78±0.48	6.22±0.90	12.86±1.39
	25	41.61±0.24	7.45±0.06	12.37±0.31
Susam	0	69.75±0.06	3.85±0.18	28.59±0.14
	5	69.58±0.24	3.65±0.40	29.54±0.69
	10	68.70±0.53	4.52±0.42	30.31±0.13
	15	67.84±0.35	4.73±0.64	30.85±0.09
	20	66.72±0.56	7.32±0.12	31.65±0.16
	25	65.34±0.13	7.61±0.47	31.64±0.19
Keten tohumu	0	69.75±0.06	3.85±0.18	28.59±0.14
	5	67.98±1.03	3.65±0.01	26.61±0.52
	10	63.99±1.01	3.70±0.24	25.12±0.80
	15	62.94±0.47	4.00±0.02	23.43±0.56
	20	59.20±1.84	4.80±0.09	22.48±0.48
	25	55.22±0.81	5.01±0.09	20.78±0.47
Minimum-maksimum		41.61-69.75	3.49-7.61	12.37-31.65
Ortalama ± std		60.95±9.75	4.85±1.38	24.26±6.44

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.3. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
İkame maddeler(A)	2	1681.21	1984.35**	8.71	36.46**	948.67	1898.19**
İkame oranı(B)	5	1060.37	500.63**	47.44	79.43**	193.42	154.80**
(AxB)	10	493.59	116.52**	8.52	7.13*	268.17	107.32**
Hata	18	7.63		2.15		4.50	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.4. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

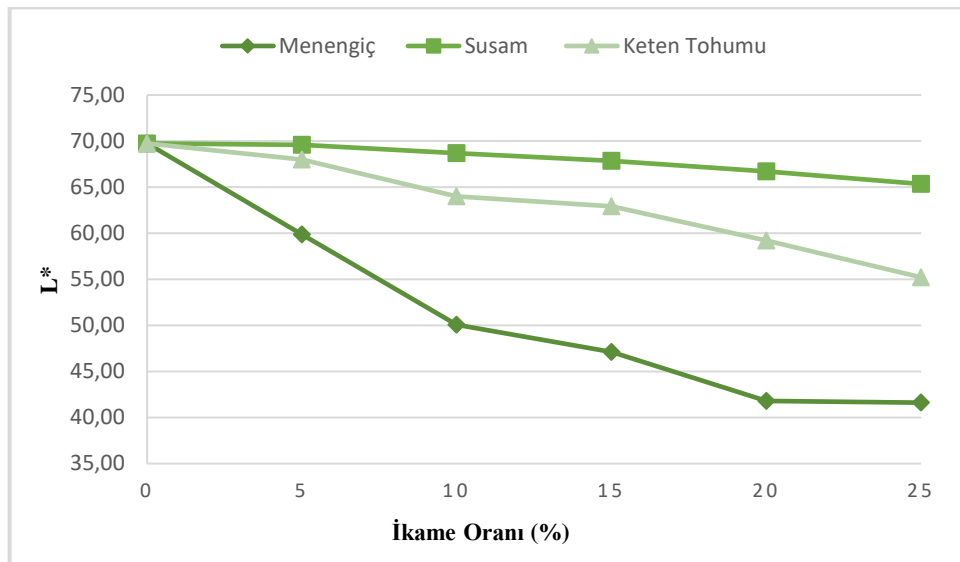
	N	L*	a*	b*
<i>İkame maddeler</i>				
Menengiç	12	51.70c	5.12a	17.86c
Susam	12	67.99a	5.28a	30.43a
Keten tohumu	12	63.18b	4.16b	24.50b
<i>İkame oranı (%)</i>				
0	6	69.75a	3.85d	28.59a
5	6	65.81b	3.59d	25.50b
10	6	60.92c	4.34c	24.35c
15	6	59.29d	4.56c	23.21d
20	6	55.90e	6.11b	22.33e
25	6	54.06f	6.69a	21.60f

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Varyans analiz sonuçları bisküvi örneklerine ait parlaklık değeri ve sarılık bakımından incelendiğinde ikame maddeler, ikame oranı ve ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksiyonları istatistiki bakımdan p<0.01 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Kırmızılık değeri bakımından incelendiğinde ikame maddeler ve ikame oranı p<0.01 düzeyinde; ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksiyonları ise istatistiki olarak p<0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

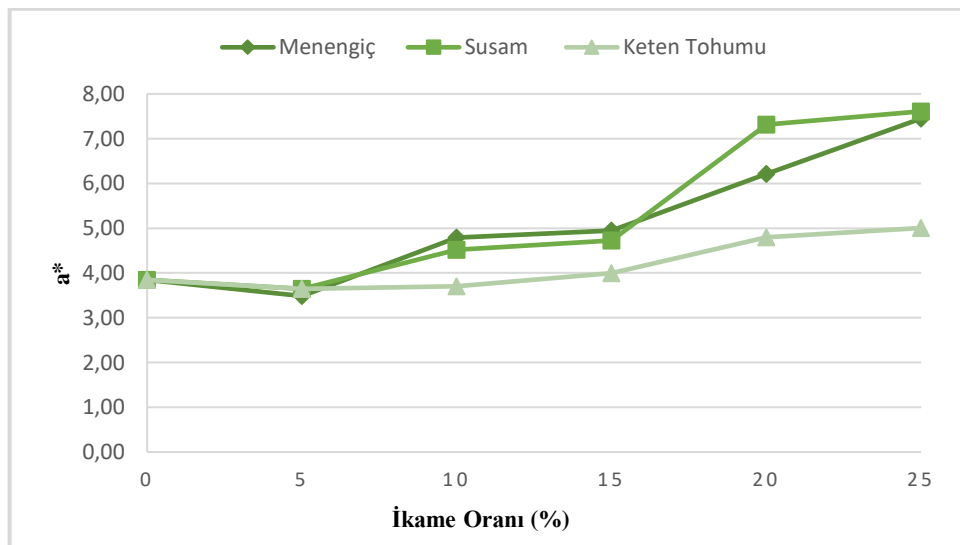
Fırın ürünlerinde renk değerleri görsel açıdan tüketicinin kabul edilebilirlik sınırını etkileyen önemli bir kalite parametresidir. Proteinler ve şeker arasında gerçekleşen maillard reaksiyonu ve karamelizasyon sonucunda fırın ürünlerinde renk değişimi gerçekleşmektedir (Mamat ve ark., 2010). Çizelge 4.4’ te verilen çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre L* değeri (67.99) susam ilaveli bisküvilerde en yüksek çıkmış, bunu sırasıyla keten tohumu (63.18) ve menengiç (51.70) ilave edilmiş bisküviler izlemiştir. Bisküvi formülasyonuna ilave edilen ikame maddelerin kullanım oranı arttıkça parlaklık değerinin düştüğü tespit edilmiştir. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.4), a* değeri, keten tohumu içeren bisküvilerde menengiç ve susam içeren bisküvilerden düşük çıkmış olup, menengiç (5.12) ve susam (5.28) içeren bisküvilerin a* değerlerinde istatistiki farklılık görülmemiştir. İkame maddelerin

kullanım oranı % 25 seviyesinde a^* değeri (6.69) en yüksek değer ölçülmüştür (Çizelge 4.4). Susam ikame edilen bisküvilerde en yüksek b^* değeri elde edilirken (30.43), bunu sırasıyla keten tohumu (24.50) ve menengiç (17.86) ikame edilen bisküviler takip etmiştir (Çizelge 4.4). b^* değeri ikame maddelerin kullanım oranının (% 0' dan % 25'e) artmasıyla azalmıştır (Çizelge 4.4).



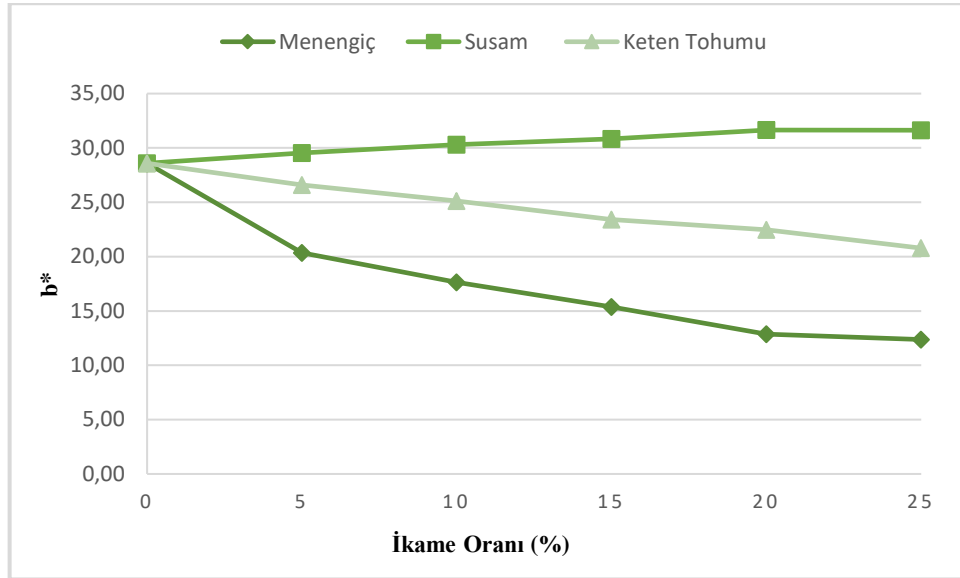
Şekil 4.1. Bisküvi örneklerinde L^* değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Bisküvi örneklerinde artan menengiç, susam ve keten tohumu ikame oranı ile bisküvilerin L^* değerinde düşüş görülmüştür. Menengiç ilavesi bisküvinin parlaklık değerini diğer maddelere kıyasla daha çok düşürdüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.2. Bisküvi örneklerinde a^* değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Bisküvi formülasyonunda % 5 menengiç, susam ve keten tohumu ilaveli bisküvi örneklerinin a^* değerinin kontrol bisküvi örneğine benzer değerler verdiği ancak ikame oranının artmasıyla bisküvi örneklerinin kırmızılık değerinde artış olduğu görülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4.3. Bisküvi örneklerinde b^* değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Şekil 4.3 incelendiğinde bisküvi formülasyonuna ilave edilen susamın ikame oranının artmasıyla bisküvilerin b^* değerinde artış, menengiç ve keten tohumunun artan ikame oranı ile bisküvilerin sarılık değerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir.

Demir (2015) tarafından yapılan bir çalışmada % 100 bisküvilik un ile hazırlanan bisküvilerin renk değerleri; L^* 72.28, a^* 7.10, b^* 28.46 olarak rapor edilmiştir.

4.2.1.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Bisküvi örneklerine ait çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri Çizelge 4.5' de verilmiştir. Bisküvilere ait çap değerleri 58.95 – 65.00 mm arasında, kalınlık değerleri 7.15 – 9.00 mm, yayılma oranı değerleri ise 6.55 – 9.09 arasında tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranı değeri ikame maddeler, ikame oranı ve 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonlarının istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Bisküvi örneklerine ait fiziksel analiz değerleri¹

İkame maddeler	İkame oranı (%)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayıma oranı	Sertlik (g)	Kırılgnlık (mm)
Menengiç	0	58.95±0.49	9.00±0.00	6.55±0.05	4315.92±0.04	39.74±0.00
	5	62.20±0.28	8.10±0.00	7.68±0.03	3594.38±0.42	38.88±0.03
	10	61.65±0.35	7.85±0.07	7.85±0.03	2796.47±0.00	38.47±0.00
	15	61.90±0.57	7.55±0.07	8.20±0.00	2324.51±0.64	38.21±0.01
	20	61.75±0.07	7.40±0.00	8.34±0.01	2153.48±0.71	37.81±0.01
	25	63.70±0.28	7.30±0.14	8.73±0.21	1392.94±1.06	37.63±0.02
	Susam	0	58.95±0.49	9.00±0.00	6.55±0.05	4315.92±0.04
5		60.45±0.64	8.45±0.07	7.15±0.01	4007.47±0.00	39.13±0.00
10		60.95±0.07	8.05±0.07	7.57±0.08	3229.11±0.02	38.76±0.05
15		64.95±0.78	7.75±0.07	8.38±0.02	2320.89±0.71	38.39±0.00
20		64.70±0.42	7.40±0.14	8.75±0.22	2124.27±0.28	38.26±0.01
25		65.00±0.28	7.15±0.07	9.09±0.05	1510.48±0.35	37.90±0.02
Keten tohumu		0	58.95±0.49	9.00±0.00	6.55±0.05	4315.92±0.04
	5	60.20±0.42	8.70±0.00	6.92±0.05	4236.64±0.49	39.51±0.01
	10	60.70±0.28	8.70±0.00	6.98±0.03	3412.17±0.24	39.40±0.01
	15	60.90±0.00	8.10±0.14	7.52±0.13	2936.20±0.00	38.64±0.00
	20	62.20±0.42	8.15±0.21	7.64±0.25	2094.25±0.71	38.51±0.02
	25	62.20±0.71	7.75±0.07	8.03±0.16	1697.61±0.71	38.42±0.02
	Minimum-maksimum		58.95–65.00	7.15–9.00	6.55–9.09	1392.94–4315.92
Ortalama ± std		61.68±1.94	8.08±0.61	7.69±0.80	2932.15±1028.89	38.73±0.68

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.6. Bisküvi örneklerinin fiziksel analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Çap		Kalınlık		Yayılma oranı		Sertlik		Kırılgenlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
İkame maddeler(A)	2	16.17	40.88**	1.93	124.00**	3.20	128.56**	749191	1597045**	2.03	3024.21**
İkame oranı(B)	5	86.41	87.38**	10.20	262.26**	16.92	271.80**	34569256	29476391**	13.16	7828.63**
(AxB)	10	35.31	12.80**	0.67	8.67**	1.46	11.76**	674233	287451.2**	0.61	180.36**
Hata	18	3.56		0.14		0.22		4		0.00	

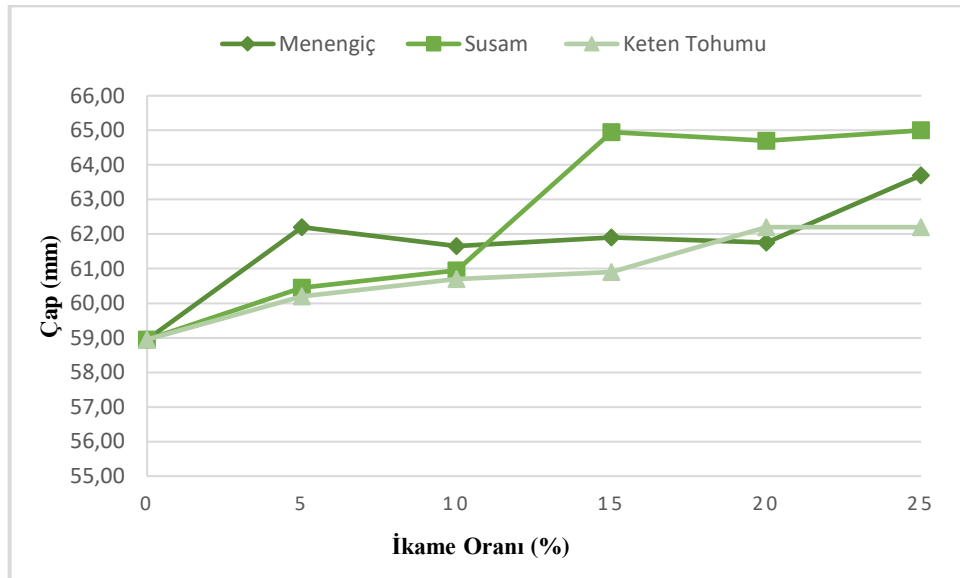
¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.7. Bisküvi örneklerinin fiziksel analiz değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)
<i>İkame maddeler</i>						
Menengiç	12	61.69b	7.87c	7.89a	2762.95c	38.46c
Susam	12	62.50a	7.97b	7.92a	2918.02b	38.70b
Keten tohumu	12	60.86c	8.40a	7.27b	3115.46a	39.04a
<i>İkame oranı (%)</i>						
0	6	58.95d	9.00a	6.55f	4315.92a	39.74a
5	6	60.95c	8.42b	7.25e	3946.16b	39.17b
10	6	61.10c	8.20c	7.47d	3145.92c	38.88c
15	6	62.58b	7.80d	8.03c	2527.20d	38.41d
20	6	62.88b	7.65e	8.24b	2124.00e	38.19e
25	6	63.63a	7.40f	8.62a	1533.68f	37.98f

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

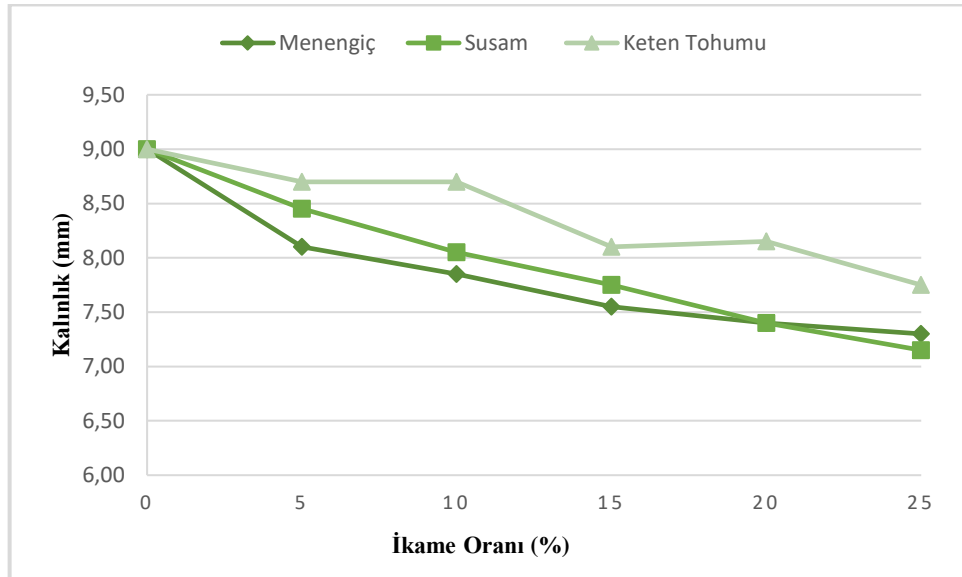
Menengiç, susam ve keten tohumu ilaveli bisküvilere ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.7’ de verilmiştir. Susam ilave edilmiş bisküvilere en yüksek çap değeri tespit edilmiş olup, ikame madde oranının artmasıyla bisküvilerin çap değeri artmıştır (58.95 mm’ den 63.63 mm’ ye). Kalınlık değeri keten tohumu ilaveli bisküvide en yüksek çıkarken (8.40 mm), bunu sırasıyla susam (7.97 mm) ve menengiç (7.87 mm) ilaveli bisküviler takip etmiştir. İkame oranının artmasıyla bisküvilerin kalınlık değerleri azalmıştır (Çizelge 4.7). Bisküvi örneklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre menengiç ve susam ikame edilen bisküvilere en yüksek yayılma oranı değerleri tespit edilmiş, yayılma oranlarında istatistiki bir fark görülmemiştir. Artan ikame maddelerin kullanım oranının yayılma oranını artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Bisküvilerin teknolojik kalite bakımından çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri önem arz etmektedir. Bisküvilere genel olarak çap değerinin yüksek, kalınlığın düşük, yayılma oranının ise yüksek olması istenmektedir (Kissell ve ark. 1971).



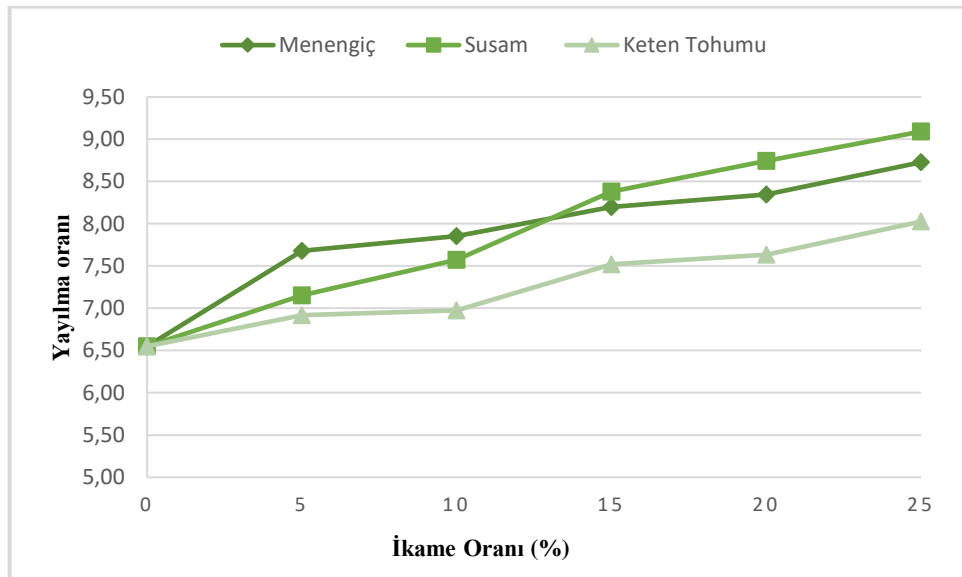
Şekil 4.4. Bisküvi örneklerinde çap değeri üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu

Şekil 4.4’ te bisküvilere ait çap değeri üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu incelendiğinde menengiç, susam ve keten tohumu ilaveli bisküvi örneklerinin % 100 bisküvilik un ile hazırlanan bisküvi örneklerine kıyasla çap değerinde artış görülmüştür. Susamın % 25 seviyesinde ikame edilmesi ile çap değerinin en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Pareyt ve ark. (2009), tarafından yapılan bir araştırmada, bisküvilere yağ oranının artmasıyla, bisküvi çapının arttığı

rapor edilmiştir. Bisküvinin tekstür, gevreklik ve kalitesinin korunmasından sorumlu, bisküvinin ana bileşeni olan yağ, ürünün kalite özelliklerini zenginleştirmektedir (Baltsavias ve ark. 1999). Bisküvilerin tekstürel özellikleri, ürün formülasyonu, özellikle yağ miktarı ve yapısal özellikleri gibi diğer faktörlerden önemli dereceden etkilenir (Romani ve ark. 2016).



Şekil 4.5. Bisküvi örneklerinde kalınlık değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu



Şekil 4.6. Bisküvi örneklerinde yayılma oranı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Yayılma oranı ile hamurun viskozitesi arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır (Pareyt ve Delcour, 2008). Bisküvi örneklerine ait kalınlık değerleri artan ikame oranı ile hemen hemen paralel olarak azalmıştır (Şekil 4.5). Bisküvilere ilave edilen maddelerin artan ikame oranı ile çap değerlerinin artması ve kalınlık değerlerinin azalmasıyla bisküvi örneklerinin yayılma oranında artış gözlenmiştir (Şekil 4.6). Bisküvilerde, yayılma oranının yüksek olması arzu edilir ve ürünün daha iyi kalitede olduğunu göstermektedir (Şeker ve ark. 2010).

Olagunju ve Ifesan (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin çap ve kalınlıkları sırasıyla 4.27 cm ve 0.40 cm iken, buğday ununa % 15 oranında susam unu ikamesi ile üretilen bisküvilerin çap ve kalınlık değerleri 4.27 cm' den 3.80 cm ve 0.40 cm' den 0.30 cm 'ye düştüğü gözlenmiştir.

Ganorkar ve Jain (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, keten tohumu ununun buğday ununa belirli seviyelerde ilavesi ile hazırlanan bisküvilerin kalınlığı ve çapı keten tohumu ununun katkı oranı arttıkça arttığı, yayılma oranının ise azaldığı rapor edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvinin kalınlığı 43.33 mm ölçülürken, % 30 keten tohumu katkılı bisküvinin kalınlığı 61 mm olarak ölçülmüştür. Bisküvilerin çapı keten tohumu ikame seviyesinin artmasıyla artmıştır. %100 buğday unu ile yapılan bisküvinin çapı 260.33 mm olarak rapor edilirken, % 30 keten tohumu katkılı bisküvinin çapı 291 mm olarak rapor edilmiştir (Hussain ve ark., 2006).

4.2.1.3. Sertlik ve kırılmalık

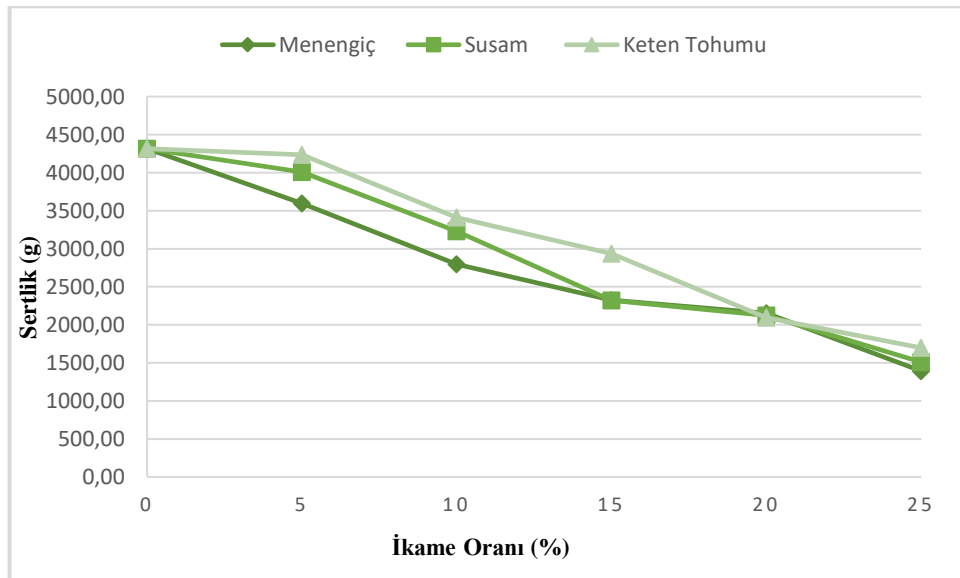
Bisküvi örneklerine ait sertlik ve kırılmalık değerleri Çizelge 4.5' de verilmiştir. Bisküvilerin sertlik değeri 1392.94 - 4315.92 g aralığında değişirken, kırılmalık değeri 37.63 – 39.74 mm aralığında olduğu saptanmıştır.

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin sertlik ve kırılmalık değeri ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksyonları $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

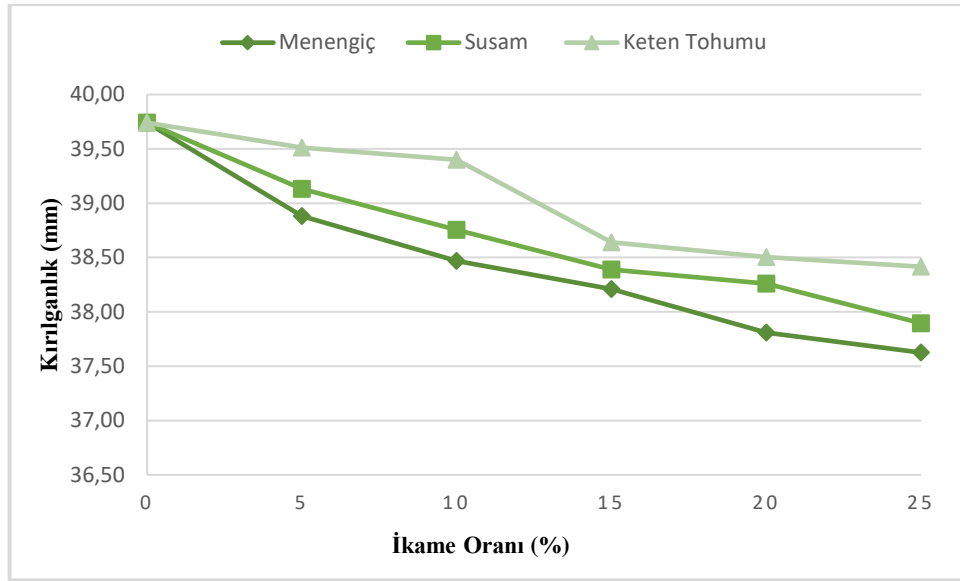
Bisküvilerin fiziksel özelliklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir. Keten tohumu ilave edilmiş bisküvilerde en yüksek sertlik değeri tespit edilmiş olup (3115.46 g), bunu sırasıyla susam (2918.02 g) ve menengiç (2762.95 g) takip etmiştir. Bisküvilerin ikame madde oranının artmasıyla sertlik değeri azalmıştır.

Kırılgenlık değeri keten tohumu ilaveli bisküvilerde en yüksek değere sahip olurken (39.04 mm), menengiç ilaveli bisküviler kırılgenlık değeri bakımından en düşük değeri almıştır (38.46 mm). Çizelge 4.7' ye göre bisküvilerin ikame madde oranının artmasıyla kırılgenlık değerleri azalmıştır (39.74 mm' den 37.98 mm' ye).

Bisküviler, belirli sertlik ve kırılgenlık özelliklerine sahip olmalıdır. Bisküviler içeriğindeki yağ miktarı ile ürünün mekaniksel özelliklerini etkilemektedir (Baltsavias ve ark., 1999). Fırın ürünlerinde yağ oranının azaltılması sonucunda glüten ve nişasta taneciklerinin birbirleriyle etkileşimi daha fazla olacağından üründe daha sert tekstür özellikleri görülmektedir (Coşkun, 2020). Bisküvide yağ içeriğinin artması bisküvi hamurunun yumuşamasına ve bisküvinin sertliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bisküvilerin yağ miktarının düşürülmesiyle kırılma kuvvetinin arttığı ve hava kabarcığının oluşmamasıyla üründe sertlik artışının olduğu bildirilmiştir (Baltsavias ve ark., 1999). Bisküvi örneklerinde ikame madde oranı artışı ile ürünlerde hava kabarcığının oluşmasıyla birlikte bisküvilerin sertlik değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu durum formülasyonda kullanılan ikame maddelerin yağ içeriğinin yüksek olması ile açıklanabilir (Çizelge 4.1). Menengiç, susam ve keten tohumunun artan ikame oranı ile bisküvi örneklerinin sertlik değerinde kontrol bisküvi örneğine göre azalma görülmüştür (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Bisküvi örneklerinde sertlik değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu



Şekil 4.8. Bisküvi örneklerinde kırılma değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonu

Bisküvi örneklerine ait kırılma değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonu incelendiğinde örneklerin % 100 bisküvilik un ile yapılan kontrol örneğe kıyasla kırılma değeri artan ikame oranı ile düşüş trendine girmiştir. % 25 seviyesinde menengiç ikameli bisküvi örneğinde en düşük kırılma değeri tespit edilmiştir (Şekil 4.8). Bisküvilerin olması gerekenden fazla kırılma ve gevrek yapıda olmaları, ürünlerin pazarlama ve nakliye aşamalarında ufalanmalarına ve bu sebeple ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (Brown ve Braxton 2000).

Olagunju ve Ifesan (2013), % 100 buğday unu içeren bisküvilerin ağırlığını 7.55 g ölçerken, bisküvi formülasyonunda susam ikame oranının artmasıyla ağırlığın 6.82 g ile 5.01 g arasında değiştiği gözlenmiştir. Artan ikame seviyesi ile bisküvilerin kırılma değerinin arttığı görülmüştür.

Ganorkar ve Jain (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, keten tohumu ununun buğday ununa % 15 seviyesine kadar ilavesi ile hazırlanan bisküvilerin sertliği ve kırılma değeri artmış, % 15 den daha yüksek seviyede ise düşüş eğilimi göstermiştir.

Demir (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, % 100 bisküvilik un ile hazırlanan bisküvi örneklerinin sertliği 44.0 N, % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvi örneklerinin sertliği ise 59.38 N olarak bulunmuştur.

4.2.2. Kimyasal analizler

Bisküvi örneklerine ait su aktivitesi, nem, protein, kül, yağ, karbonhidrat ve enerji değerleri Çizelge 4.8' de; varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10' da; çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.11'de verilmiştir.

4.2.2.1. Su aktivitesi

Keten tohumu, susam ve menengiç ilaveli bisküvilere ait su aktivitesi değerleri Çizelge 4.8' de verilmiştir. Bisküvilerin su aktivitesi değeri 0.08 – 0.48 aralığında değiştiği ve ortalama 0.23 ± 0.13 değer aldığı tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin su aktivitesi değeri ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre keten tohumu ikame edilmiş bisküvi örneğinde en yüksek su aktivitesi değeri (0.25) tespit edilmiştir. İkame madde oranının artmasıyla bisküvilerin su aktivitesi değerleri 0.48' den 0.11' e düşmüştür (Çizelge 4.11).

Yapılan bir çalışmada, % 100 buğday unu içeren bisküviler ile % 10 oranında yağı alınmış susam unu ilaveli bisküvilerin su aktivitesi 0.21 olarak bulunmuştur (Clerici ve ark., 2013). Depolama esnasında bisküvilerin pişirme işlemi sonrası su aktivitesindeki farklılıklar nedeniyle su moleküllerinin yeniden dağıldığını ve bunun denge durumuna gelme eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Cornillon ve Salim, 2000). Bisküvilerin depolama stabilitesi düşük su aktivitesitesi ile sağlanmaktadır (Clerici ve ark., 2013). Buğdaydan elde edilen nişastanın retrogradasyonu sonucunda bisküvilerin su aktivitesinde değişikliğe sebep olabileceği bildirilmiştir (Manley, 2000).

Çizelge 4.8. Bisküvi örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

İkame maddeler	İkame oranı (%)	Su Aktivitesi (aw)	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal)
Menengiç	0	0.48±0.00	5.71±0.00	0.96±0.06	6.90±0.06	16.10±0.07	70.32±0.18	453.79±0.14
	5	0.24±0.00	3.13±0.01	0.90±0.01	7.90±0.00	17.56±0.03	70.51±0.04	471.69±0.11
	10	0.24±0.00	2.46±0.06	1.11±0.00	8.02±0.06	19.87±0.11	68.54±0.11	485±06±0.34
	15	0.16±0.00	1.56±0.07	1.12±0.00	8.14±0.00	20.98±0.16	68.20±0.09	494.18±1.04
	20	0.12±0.00	0.90±0.07	1.15±0.00	8.26±0.06	23.42±0.08	66.28±0.05	508.94±0.73
	25	0.09±0.00	0.69±0.04	1.16±0.00	8.42±0.06	25.06±0.06	64.67±0.15	517.91±0.15
Susam	0	0.48±0.00	5.71±0.00	0.96±0.06	6.90±0.06	16.10±0.07	70.32±0.18	453.79±0.14
	5	0.30±0.00	3.09±0.00	1.11±0.00	9.54±0.06	19.05±0.06	67.06±0.34	477.83±0.63
	10	0.21±0.00	2.16±0.07	1.14±0.01	9.82±0.11	21.37±0.11	65.47±0.23	493.46±0.57
	15	0.19±0.00	1.45±0.04	1.20±0.01	10.17±0.06	24.13±0.14	62.86±0.52	509.30±0.57
	20	0.09±0.00	0.75±0.01	1.23±0.00	10.37±0.00	26.59±0.07	60.55±0.81	523.01±2.60
	25	0.08±0.00	0.49±0.01	1.40±0.01	10.49±0.06	29.11±0.08	57.99±0.89	535.92±2.58
Keten tohumu	0	0.48±0.00	5.71±0.00	0.96±0.06	6.90±0.06	16.10±0.07	70.32±0.18	453.79±0.14
	5	0.31±0.00	3.43±0.03	0.97±0.00	8.18±0.06	18.12±0.14	69.73±0.40	473.62±0.32
	10	0.22±0.00	2.22±0.01	1.24±0.00	8.86±0.11	20.05±0.17	68.52±0.20	486.62±0.52
	15	0.18±0.00	1.84±0.03	1.29±0.00	8.98±0.06	22.35±0.07	66.57±0.31	500.00±0.61
	20	0.17±0.00	1.75±0.04	1.30±0.00	9.06±0.06	23.93±0.08	65.27±0.71	509.50±2.30
	25	0.16±0.00	1.56±0.03	1.34±0.00	9.26±0.11	26.37±0.13	62.83±0.94	522.33±2.41
Minimum-maksimum		0.08–0.48	0.49–5.71	0.90–1.40	6.90–10.49	16.10–29.11	57.99–70.51	453.79–535.92
Ortalama ± std		0.23±0.13	2.48±1.71	1.14±0.15	8.68±1.15	21.46±3.93	66.45±3.62	492.82±25.25

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.9. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Su aktivitesi		Nem		Kül		Protein	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
İkame maddeler(A)	2	0.00	3175.32**	1.45	502.61**	0.10	91.15**	15.88	1872.56**
İkame oranı(B)	5	0.60	99943.3**	96.44	13389.68**	0.54	198.95**	25.25	1190.84**
(AxB)	10	0.01	1117.58**	1.40	96.89**	0.08	14.32**	3.52	82.93**
Hata	18	0.00		0.03		0.01		0.08	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.10. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

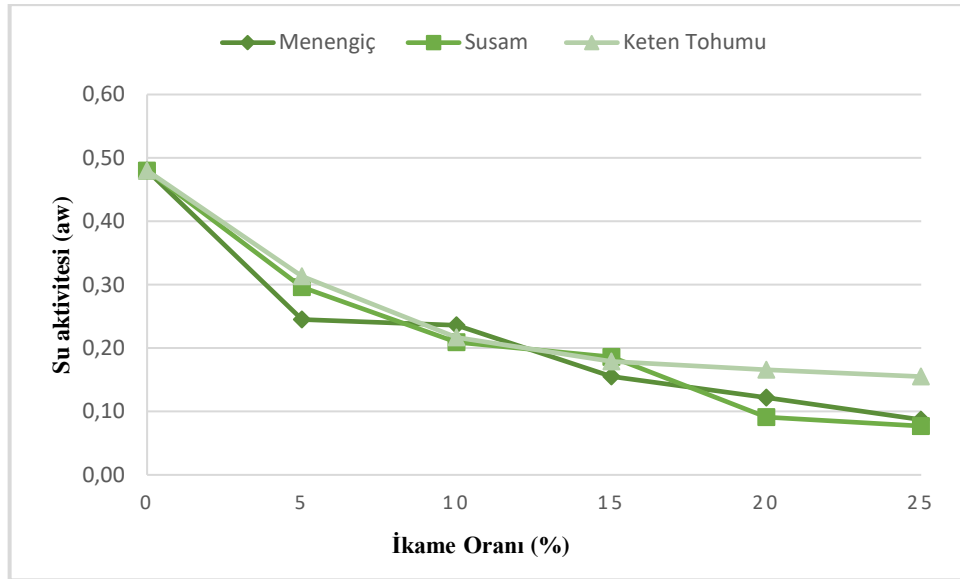
	SD	Yağ		Karbonhidrat		Enerji	
		KO	F	KO	F	KO	F
İkame maddeler(A)	2	28.17	1073.29**	100.00	233.60**	696.76	244.52**
İkame oranı(B)	5	416.96	6353.68**	264.88	247.48**	20725.05	2909.34**
(AxB)	10	10.84	82.59**	28.87	13.49**	261.95	18.39**
Hata	18	0.21		3.43		1.42	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.11. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Su Aktivitesi (aw)	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal)
<i>İkame maddeler</i>								
Menengiç	12	0.22b	2.41b	1.07b	7.94c	20.52c	68.08a	488.59c
Susam	12	0.22b	2.28c	1.17a	9.55a	22.73a	64.04c	498.89a
Keten tohumu	12	0.25a	2.75a	1.18a	8.54b	21.17b	67.21b	490.98b
<i>İkame oranı (%)</i>								
0	6	0.48a	5.71a	0.96e	6.90f	16.17f	70.32a	453.79f
5	6	0.28b	3.22b	0.99d	8.54e	18.22e	69.10b	474.38e
10	6	0.22c	2.28c	1.16c	8.90d	20.45d	67.51c	488.38d
15	6	0.17d	1.62d	1.20b	9.10c	22.48c	65.88d	501.16c
20	6	0.13e	1.13e	1.23b	9.23b	24.65b	64.04e	513.82b
25	6	0.11f	0.91f	1.30a	9.39a	26.87a	61.83f	525.39a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).



Şekil 4.9. Bisküvi örneklerinde su aktivitesi üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Bisküvilerde gevreklik kaybını önlemek için su aktivitesi 0.6' dan düşük olmalıdır (Clerici ve ark., 2013). Şekil 4.9 incelendiğinde bisküvi formülasyonunda artan ikame seviyesi ile bisküvi örneklerinin su aktivitesi değerinde azalma olduğu görülmüştür. Keten tohumunun % 25 oranında ilavesi ile bisküvi örneklerinde su aktivitesi değerleri diğer ikame maddelerine göre bir miktar daha fazla olduğu görülmektedir.

4.2.2.2. Nem tayini

Susam, menengiç ve keten tohumu ilave edilen bisküvi örneklerine ait nem değerleri Çizelge 4.8' de verilmiştir. Bisküvilerin nem miktarı % 0.49 – 5.71 aralığında bulunmuştur. Bisküvi öneklerine ait ortalama nem miktarı ise % 2.48 ± 1.71 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin nem değeri ikame maddeler, ikame oranı ve 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonları istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.9).

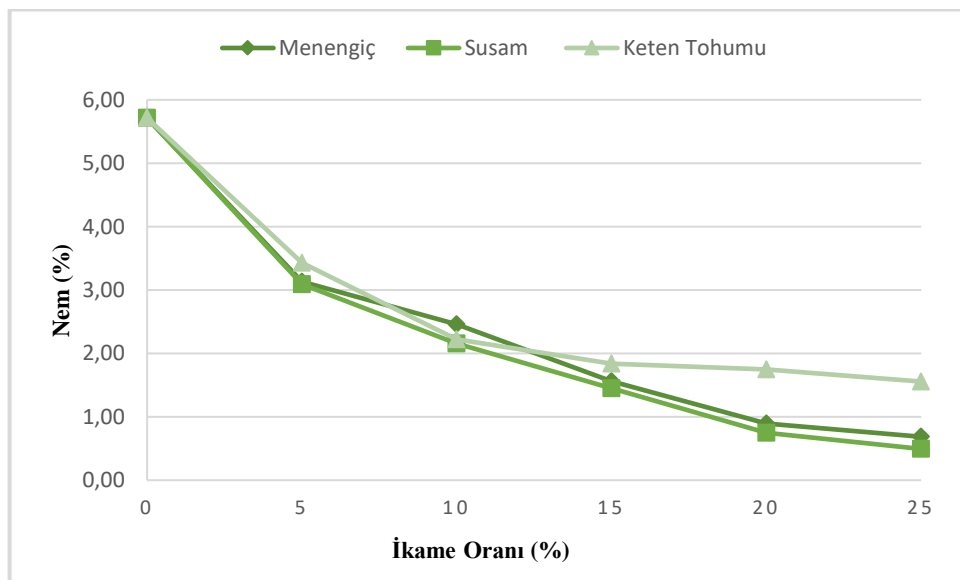
Çizelge 4.11' de çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre keten tohumu ilave edilen bisküvi örneğinin nem miktarı (% 2.75) en yüksek bulunurken, bunu sırasıyla menengiç (% 2.41) ve susam (% 2.28) ilaveli bisküvi örnekleri takip etmiştir. İkame madde oranının artmasıyla bisküvilerin nem içeriklerinde azalma görülmüştür (Çizelge 4.11).

Bir çalışmada, % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin nem içeriği % 2.68 olarak belirtilmiştir (Olagunju ve Ifesan, 2013). Başka bir çalışmada % 100 buğday unlu bisküvi örneklerinin nem içerikleri ise % 5.2 olarak rapor edilmiştir (Ganorkar ve Jain, 2014).

Clerici ve ark. (2013), tarafından yapılan bir çalışmada % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin nem içeriği % 5.96 iken % 10 seviyesinde yağı alınmış susam unu ikameli bisküvilerin nem içeriğinin düştüğü (% 4.79) rapor edilmiştir.

El-enzi ve ark. (2018), tarafından yapılan bir çalışmada % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin nem içeriğinin % 3.70 olduğu, buğday ununa yağı alınmış susam unununun % 20 ve % 40 seviyesinde ikame edilmesiyle bisküvilerin nem içeriğinin azaldığı rapor edilmiştir.

Gıdaların yapısında bulunan nem miktarı ve nemin dağılımı gıdanın işlevselliğini ve fiziksel özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Gıda içeriğinde bulunan su, polimer zincirlerini plastikleştirilmesiyle daha fazla esneklik ve camsı durumdan lastiksi duruma geçiş mümkün hale gelir (Cornillon ve Salim, 2000). Bisküvi örneklerine ait nem miktarı üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonu incelendiğinde menengiç, susam ve keten tohumu ilavesinin bisküvi örneklerinin nem içeriğini düşürdüğü tespit edilmiştir. İkame oranı % 5 seviyesinde olan örneklerin nem içeriği kontrol örneğe kıyasla keskin bir şekilde düştüğü görülmüştür (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Bisküvi örneklerinde nem miktarı üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonu

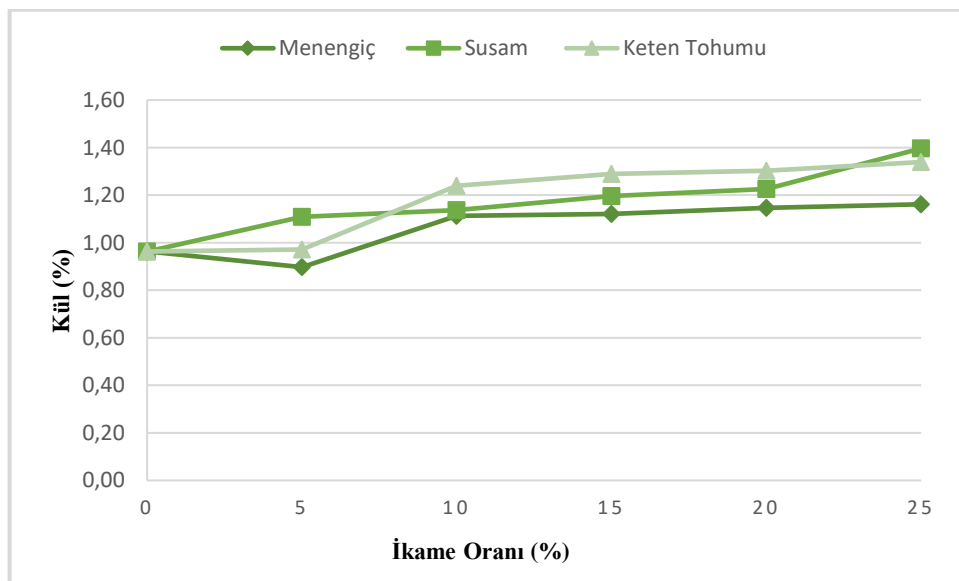
4.2.2.3. Kül tayini

Keten tohumu, susam ve menengiç ilaveli bisküvilere ait kül değerleri Çizelge 4.8' de verilmiştir. Bisküvilerin kül içeriği % 0.90 – 1.40 aralığında değiştiği ve ortalama % 1.14 ± 0.15 değer aldığı tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin kül değeri ikame maddeler, ikame oranı ve 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonları istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kül içeriği bakımından, keten tohumu ve susam ikame edilmiş bisküvi örneklerin en yüksek kül içeriğine sahip oldukları ve istatistiki olarak benzer değerler verdikleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Menengiç ilaveli bisküviler diğer bisküvilere kıyasla daha düşük kül içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. İkame oranının artmasıyla bisküvilerin kül içeriğinde artış görülmüştür. En yüksek kül değerleri % 25 ikame oranında gözlenmiştir (Çizelge 4.11). Bu durum ikame hammaddelerin buğday unundan daha yüksek kül içeriğine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.11 incelendiğinde % 5 seviyesinde menengiç ilaveli bisküvinin kül miktarında kontrol bisküvi örneğine göre düşüş olduğu görülmüştür. Ancak artan ikame oranı ile bisküvilerin kül miktarında % 5 seviyesinden sonra artış olduğu tespit edilmiştir. Keten tohumu ve susam ilaveli bisküvi örneklerinde artan ikame seviyesi ile kül içeriklerinde artma gözlenmiştir.



Şekil 4.11. Bisküvi örneklerinde kül miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonu

Yapılan bir çalışmada % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin kül içeriği % 1.35 bulunurken, % 40 yağı alınmış susam unu katkılı bisküvilerin kül içeriğinde artış olduğu (% 4.15) tespit edilmiştir (El-enzi ve ark., 2018).

Yapılan başka bir çalışmada % 100 buğday unu ile üretilen bisküvilerin kül içerikleri % 0.43 olarak bulunmuştur (Ganorkar ve Jain, 2014).

Clerici ve ark. (2013), tarafından yapılan bir çalışmada % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvi örneklerinin kül içeriği % 1.33 bulunurken % 10 seviyesinde yağı alınmış susam unu ilave edilmiş bisküvilerin kül içeriğinin arttığı rapor edilmiştir (% 1.83).

Bir çalışmada, % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin kül miktarı % 2.21 bulunurken, buğday ununa % 15 seviyesinde susam unu ilave edilmiş bisküvilerin kül miktarının arttığı (% 4.21) rapor edilmiştir (Olagunju ve Ifesan, 2013).

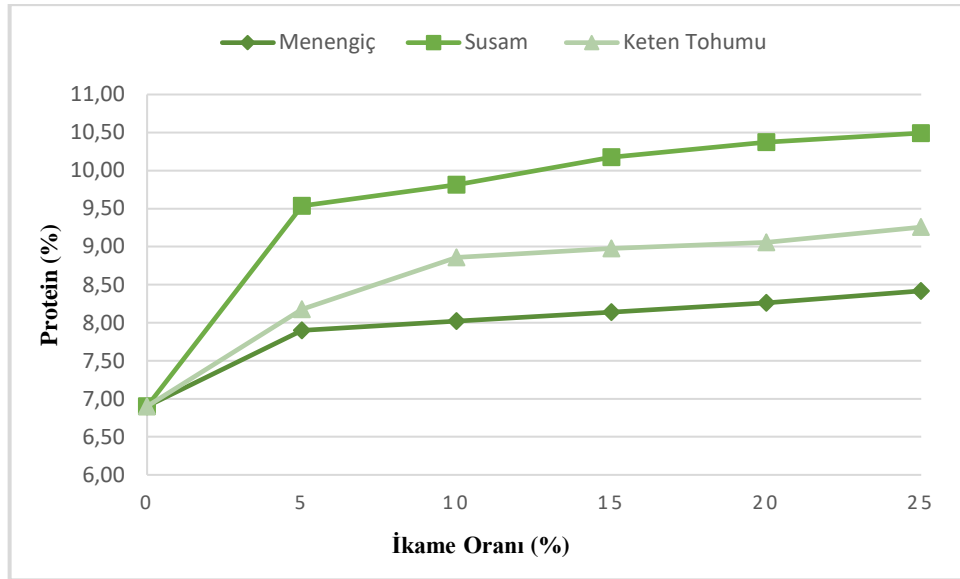
4.2.2.4. Protein tayini

Bisküvi fomülasyonuna ikame edilen keten tohumu, susam ve menengiç ilaveli bisküvi örneklerinin protein değerleri Çizelge 4.8' de verilmiştir. Bisküvilerin protein içeriği % 6.90 – 10.49 aralığında değiştiği ve ortalama % 8.68 ± 1.15 değer aldığı tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin protein değeri ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları $p < 0.01$ düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre susam ikame edilmiş bisküvilerde en yüksek protein değeri (% 9.55) tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla keten tohumu ilaveli bisküviler (% 8.54) ve menengiç ilaveli bisküviler (% 7.94) takip etmiştir (Çizelge 4.11). İkame oranının artmasıyla bisküvilerin protein içeriği % 6.90' dan % 9.39' a yükselmiştir (Çizelge 4.11).

Bisküvi örneklerinin menengiç, susam ve keten tohumunun % 5 ikame oranı ile protein içeriğinde daha büyük bir artış görülmüştür. Formülasyonda ikame oranının artmasıyla örneklerin protein miktarında büyük artışlar görülmesede genel bir artış tespit edilmiştir. Susam ilavesi bisküvi örneklerinin protein içeriğini en çok artıran hammadde olmuştur (Şekil 4.12). Bu durum susamın protein içeriğinin menengiç ve keten tohumundan daha yüksek olmasıyla açıklanabilir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.12. Bisküvi örneklerinde protein miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

El-enzi ve ark. (2018), tarafından yapılan bir çalışmada % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvinin protein miktarı % 7.46 olarak bulunmuştur. Buğday ununa yağı alınmış susam unununun % 40 seviyesinde ikame edilmesi ile bisküvilerin protein içeriği oldukça artmıştır (% 16.60).

Bir çalışmada, % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin protein içeriği % 15.18 iken, % 85 buğday ununa % 15 oranında susam unu katkılı bisküvilerin protein içeriği % 18.80 olarak bulunmuştur (Olagunju ve Ifesan, 2013).

Yapılan bir çalışmada % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvi örneklerinin protein miktarı % 9.46 bulunurken, % 10 seviyesinde yağı alınmış susam unu ikamesi ile bisküvi örneklerinin protein miktarı % 10.88 seviyesine ulaşmıştır (Clerici ve ark., 2013).

Ganorkar ve Jain (2014) tarafından % 100 buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin protein miktarı % 5.86 olarak rapor edilmiştir.

4.2.2.5. Yağ tayini

Bisküvi fomülasyonuna ikame edilen keten tohumu, susam ve menengiç ilaveli bisküvi örneklerine ait yağ miktarları Çizelge 4.8' de verilmiştir. Bisküvilerin yağ miktarı % 16.10 - 29.11 aralığında değiştiği ve ortalama yağ miktarının % 21.46 ± 3.93 olduğu tespit edilmiştir.

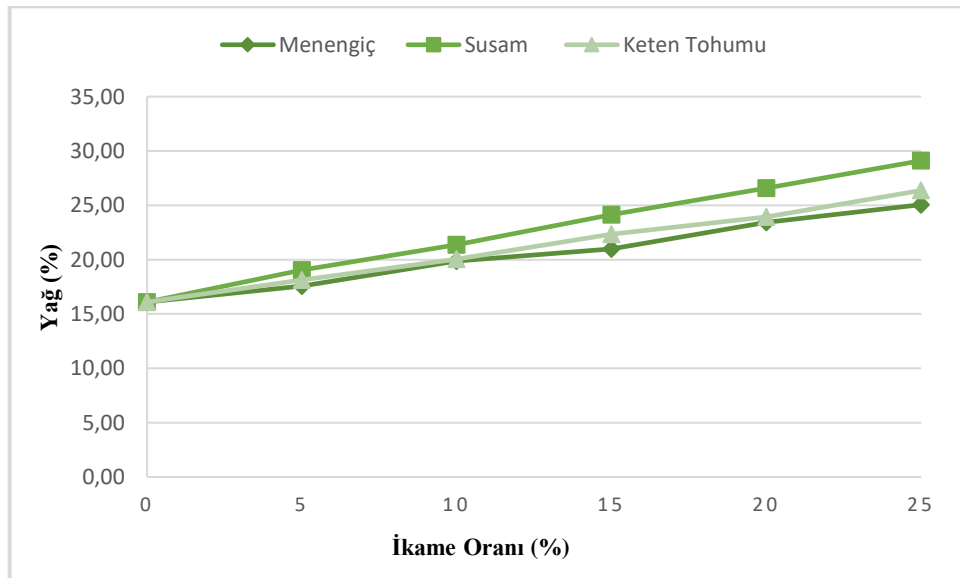
Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin yağ miktarı ikame maddeler, ikame oranı ve 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre susam ikame edilmiş bisküvilerde yağ miktarı en yüksek (% 22.73) tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla keten tohumu (% 21.17) ve menengiç (% 20.52) takip etmiştir (Çizelge 4.11). Bu durum susamın diğer ikame maddelere kıyasla daha yüksek miktarda yağ içermesiyle açıklanabilir (Çizelge 4.1). Bisküvilerde ikame oranının artmasıyla bisküvilerin yağ miktarı artmış, en yüksek yağ içeriği % 25 ikame oranı ile elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Ayo ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, yağsız susam unu, acha (*Digitaria exile staff*) ununa ikame edilmesiyle kontrol bisküvilerin yağ içeriği % 1.80' den % 2.15' e (% 20 katkı oranı) yükseldiği rapor edilmiştir.

Moraes ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa artan keten tohumu unu katkı oranı ile keklerin yağ miktarında artış olduğu rapor edilmiştir.

Prakash ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin yağ içeriği % 7.14 bulunurken, buğday ununa % 50 seviyesinde yağı alınmış beyaz susam unu ikamesi ile bisküvilerin yağ miktarı % 20.02' ye yükseldiği belirtilmiştir.



Şekil 4.13. Bisküvi örneklerinde yağ miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonu

Bisküvi örneklerinde yağ miktarı üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonu incelendiğinde ikame oranının artmasıyla bisküvi örneklerinde paralel bir artış görülmüştür. Formülasyona susam ilavesi bisküvi örneklerinin yağ miktarını diğer bisküvilere göre biraz daha fazla arttırdığı tespit edilmiştir (Şekil 4.13).

4.2.2.6. Karbonhidrat tayini

Susam, menengiç ve keten tohumu kullanılarak üretilen bisküvi örneklerine ait karbonhidrat miktarları Çizelge 4.8' de verilmiştir. Bisküvilerin karbonhidrat miktarı % 57.99 - 70.51 aralığında ve ortalama karbonhidrat miktarı % 66.45 ± 3.62 olarak bulunmuştur.

Bisküvi örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına göre karbonhidrat miktarı ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları istatistiki açıdan önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.10).

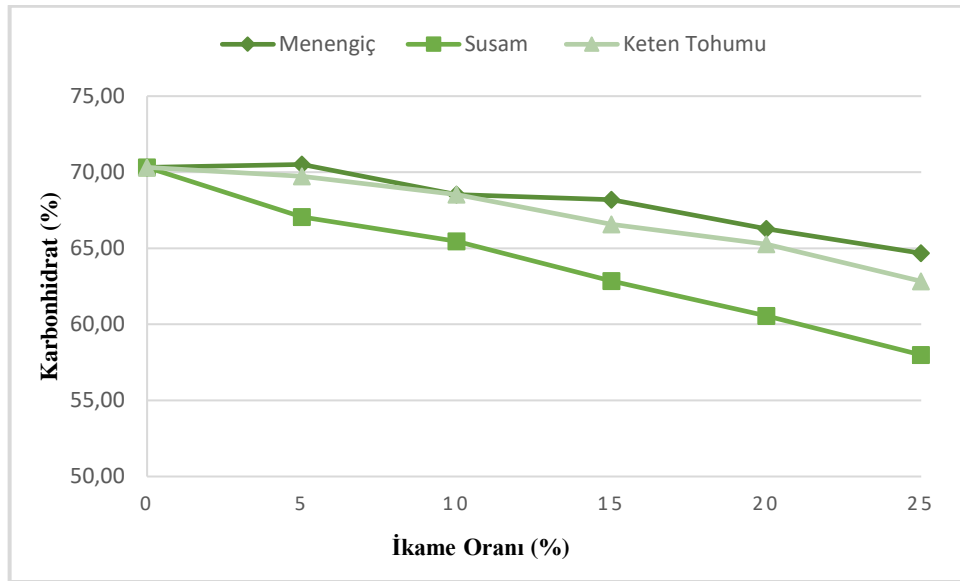
Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek karbonhidrat miktarı menengiç ilaveli bisküvilerde % 68.08, en düşük karbonhidrat miktarı ise susam ilaveli bisküvilerde % 64.04 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Bu durum menengiçin Çizelge 4.1' de verilen bilgiler doğrultusunda karbonhidrat içeriğinin keten tohumu ve susama göre yüksek olmasıyla açıklanabilir. İkame oranının artmasıyla bisküvilerin karbonhidrat içeriğinde düşüş gözlenmiştir (Çizelge 4.11). Bisküvilik buğday ununun diğer katkı maddelerine kıyasla yüksek karbonhidrat içeriğine sahip olması ve formülasyonda buğday ununun oranının azalmasıyla bisküvi örneklerinin karbonhidrat içeriğinin düştüğü söylenebilir (Çizelge 4.1).

Ayo ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, yağsız susam unu, acha (*Digitaria exile staff*) ununa ikame edilmesiyle kontrol bisküvilerin karbonhidrat içeriği % 85.50 iken katkı oranının % 20 seviyesine çıkarılmasıyla bisküvilere ait karbonhidrat miktarı % 80.15' e düştüğü rapor edilmiştir.

Prakash ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin karbonhidrat içeriğinin % 69.65 bulunduğu, buğday ununa % 50 seviyesinde yağı alınmış beyaz susam unu ikamesi ile bisküvilerin karbonhidrat içeriğinin % 37.64' e düştüğü tespit edilmiştir.

Moraes ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa % 5 seviyesinde keten tohumu unu katkısı ile üretilen keklerin karbonhidrat miktarı % 56.76

iken % 45 keten tohumu unu katkılı keklerin karbonhidrat miktarının % 43.24 seviyesine düştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. Bisküvi örneklerinde karbonhidrat miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Şekil 4.14 incelendiğinde bisküvi formülasyonunda ikame oranının artmasıyla bisküvi örneklerinin karbonhidrat miktarında paralel bir düşüş tespit edilmiştir. Formülasyona susam ilavesi bisküvi örneklerinin karbonhidrat miktarını diğer bisküvilere göre biraz daha fazla düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu sonuç bisküvi örneklerinin yağ miktarının artışı ile birlikte karbonhidrat miktarının azalmasıyla açıklanabilir.

4.2.2.7. Enerji tayini

Bisküvi formülasyonuna ikame edilen keten tohumu, susam ve menengiç ilaveli bisküvi örneklerinin enerji değeri 453.79 - 535.92 kkal aralığında tespit edilmiş olup, bisküvi örneklerinin enerji değeri ortalama 492.82 ± 25.25 kkal olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8).

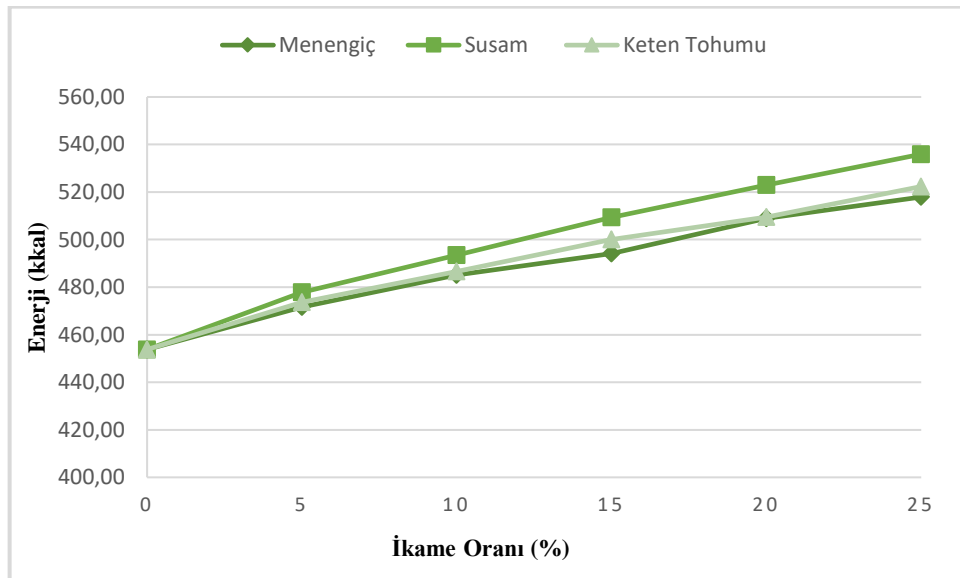
Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin enerji değeri üzerinde ikame maddeler, ikame oranı ve 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonları $p < 0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak etkili bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre susam ilaveli bisküvi örneklerinde enerji değerinin keten tohumu ve menengiç ilaveli bisküvi örneklerine göre daha yüksek (498.89 kkal) olduğu tespit edilmiştir. Keten tohumu ilaveli bisküvi örneklerinde enerji miktarı 490.98 kkal, menengiç ilaveli bisküvi örneklerinde ise 488.59 kkal olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Yapılan bir çalışmada menengiç püresinin enerji değeri 576.09 kkal olarak bulunmuştur (Köten ve Satouf, 2019).

Moraes ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa % 5 seviyesinde keten tohumu unu katkısı ile üretilen keklerin enerji değeri 371.53 kkal bulunurken, % 30 keten tohumu unu katkısı ile hazırlanan keklerin enerji değerinin 373.31 kkal' e yükseldiği tespit edilmiştir.

Prakash ve ark. (2018) yaptıkları bir araştırmada, buğday unu ile hazırlanan bisküvilerin enerji değerinin 398.21 kkal olduğunu, buğday ununun yağı alınmış beyaz susam unu ile % 50 yer değiştirilmesiyle hazırlanan bisküvilerin ise enerji değerinin 410.15 kkal seviyesine çıktığı rapor edilmiştir.



Şekil 4.15. Bisküvi örneklerinde enerji değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Bisküvi örneklerine ait enerji değerleri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu incelendiğinde formülasyona ilave edilen menengiç, susam ve keten tohumunun artan ikame oranı ile bisküvilerin enerji değerinde paralel bir artış görülmüştür. % 25 seviyesinde susam ikame edilen bisküvi örneğinde en yüksek enerji

değeri tespit edilmiştir. Yağın verdiği enerji değerinin karbonhidrat ve proteine kıyasla 2.5 kat yüksek olmasından dolayı, bisküvilerde yağ içeriğinin artışına bağlı olarak enerji değerlerinin de artmasına sebep olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.15).

4.2.2.8. Depolama analizleri

4.2.2.8.1. Nem tayini

Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolamalarına ait (0. ay, 2. ay, 4. ay ve 6. ay) nem değerleri Çizelge 4.12’ de verilmiştir. Bisküvilerin nem değerleri, bisküvilerin ilk üretildiği ay (0. ay) % 0.49 – 5.71; 2. ay % 1.19 – 6.08; 4. ay % 2.08 – 6.24 ve 6. ay % 3.06–7.01 aralığında bulunmuştur. Bisküvilerin ortalama nem içerikleri üretildiği ilk ayda % 2.48 bulunurken, 6. ayda % 4.79’ a çıkmış, nem değerinde artış gözlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca nem sonuçları¹

İkame maddeler	İkame oranı (%)	Nem (%)			
		0.Ay	2.Ay	4.Ay	6.Ay
Menengiç	0	5.71±0.00	6.08±0.03	6.24±0.01	7.01±0.01
	5	3.13±0.01	3.51±0.01	4.52±0.00	5.38±0.00
	10	2.46±0.06	3.16±0.00	3.61±0.01	4.42±0.00
	15	1.56±0.07	2.65±0.01	3.26±0.01	3.93±0.00
	20	0.90±0.07	1.66±0.01	2.58±0.00	3.40±0.00
	25	0.69±0.04	1.39±0.01	2.20±0.01	3.06±0.07
Susam	0	5.71±0.00	6.08±0.03	6.24±0.01	7.01±0.01
	5	3.09±0.00	3.66±0.00	4.05±0.00	5.01±0.00
	10	2.16±0.07	3.01±0.00	3.34±0.05	4.31±0.01
	15	1.45±0.04	2.26±0.00	3.24±0.04	4.05±0.06
	20	0.75±0.01	1.63±0.01	3.00±0.02	3.60±0.00
	25	0.49±0.01	1.19±0.01	2.08±0.01	3.17±0.06
Keten tohumu	0	5.71±0.00	6.08±0.03	6.24±0.01	7.01±0.01
	5	3.43±0.03	4.28±0.00	5.55±0.03	6.12±0.00
	10	2.22±0.01	3.93±0.01	4.98±0.02	5.51±0.03
	15	1.84±0.03	2.85±0.00	4.28±0.00	4.88±0.01
	20	1.75±0.04	2.50±0.01	3.84±0.00	4.48±0.02
	25	1.56±0.03	2.03±0.00	3.32±0.00	3.97±0.01
Minimum-maksimum		0.49–5.71	1.19–6.08	2.08–6.24	3.06–7.01
Ortalama ± std		2.48±1.71	3.22±1.57	4.03±1.35	4.79±1.30

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.13. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca nem değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Nem							
		0.Ay		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
İkame maddeler(A)	2	1.45	502.61**	2.82	7897.59**	8.09	12257.75**	5.09	3171.76**
İkame oranı(B) (AxB)	5	96.44	13389.68**	80.59	90298.02**	51.25	31042.92**	51.28	12785.74**
Hata	10	1.40	96.89**	0.92	512.62**	2.26	684.15**	1.30	161.91**
	18	0.03		0.00		0.00		0.01	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.14. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolamalarında nem değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Nem (%)			
		0.Ay	2.Ay	4.Ay	6.Ay
<i>İkame maddeler</i>					
Menengiç	12	2.41b	3.07b	3.74b	4.53b
Susam	12	2.28c	2.97c	3.67c	4.52b
Keten tohumu	12	2.75a	3.61a	4.70a	5.33a
<i>İkame oranı (%)</i>					
0	6	5.71a	6.07a	6.24a	7.01a
5	6	3.22b	3.81b	4.70b	5.50b
10	6	2.28c	3.37c	3.98c	4.75c
15	6	1.62d	2.59d	3.59d	4.29d
20	6	1.13e	1.93e	3.14e	3.82e
25	6	0.91f	1.53f	2.53f	3.40f

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

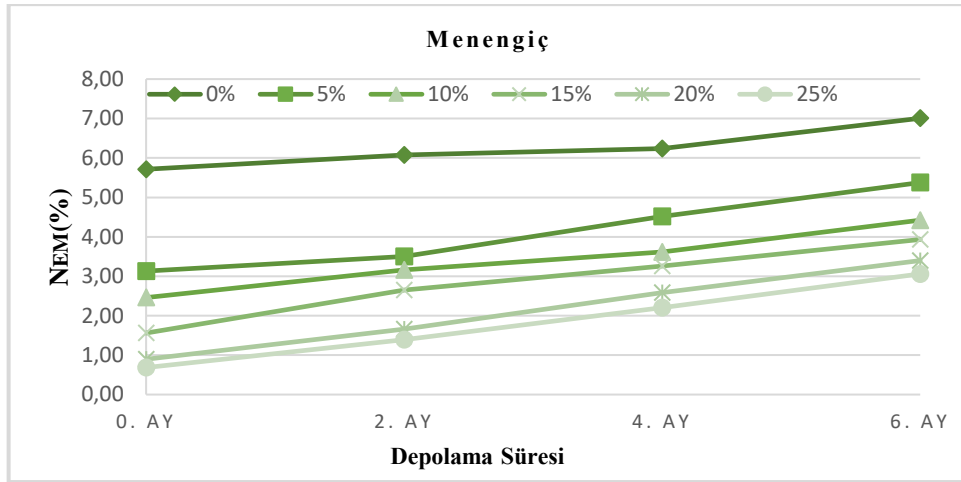
Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca 0, 2, 4, ve 6. aylara ait nem miktarları üzerine ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde etkili bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14' de çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre 6 aylık depolama süresince keten tohumu ilave edilmiş bisküvi örneğinin, susam ve menengiç ilaveli bisküvi örneklerine göre daha yüksek nem içerdiği tespit edilmiştir. 0. ay, 2. ay ve 4. ay menengiç ilaveli bisküvilerin nem içeriği susam ilaveli bisküvilerin nem içeriğinden yüksek çıkmıştır, ancak 6. ayda aralarında istatistiki bir fark görülmemiştir. Bisküvi örneklerinde 6 aylık depolama süresince ikame oranının artmasıyla bisküvilerin nem içeriklerinde genel bir azalma; depolama süresinin artmasıyla bütün bisküvi örneklerinin nem miktarlarında artma tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Depolama sırasında, bisküvinin dokusal parametreleri nem içeriğindeki ve su aktivitesindeki değişiklikten etkilenmektedir (Balestra ve ark., 2019).

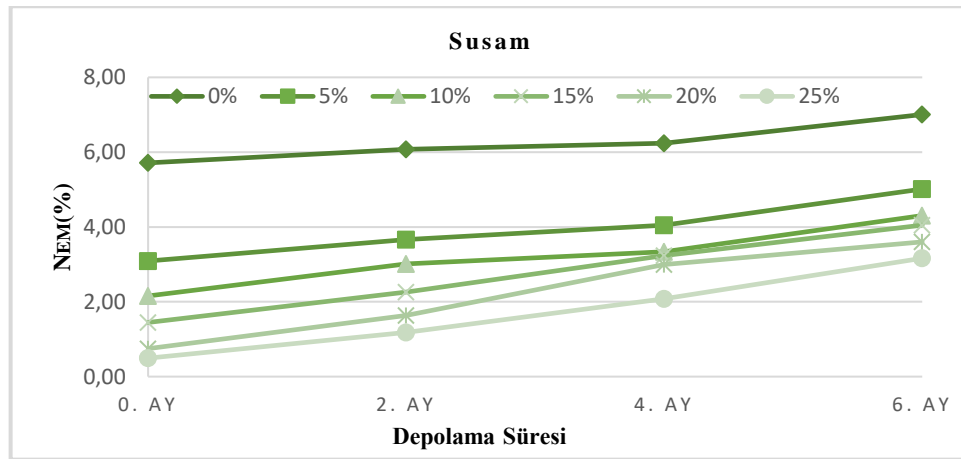
Depolama sırasında bisküvilerde meydana gelen su difüzyonu, nem içeriği ve su aktivitesindeki artışın nedeni olabilir (Balestra ve ark., 2019). Bisküvi örneklerinde aylara göre nem miktarındaki yükselişin nedeni, depolama süresinin artması sonucu bisküvi örneklerinin ortam neminden etkilenmeleri ve nemi absorbe etmeleri ile açıklanabilir. Bisküvilere ait nem içeriğinde artışın yüksek seviyelerde olması örneklerde bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel faaliyetlerin başlamasına neden olabilmektedir. Bu faaliyetler bisküvinin depolama süresince ürün üzerinde arzu edilmeyen duyuşal, fiziksel ve kimyasal özelliklere yol açmaktadır.

Sertakan (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, bisküvilik buğday ununa farklı oranlarda tritikale unu ilavesi ile hazırlanan bisküvi ve kraker örneklerinin 12 aylık depolama boyunca % nem miktarlarında artış olduğu gözlenmiştir.

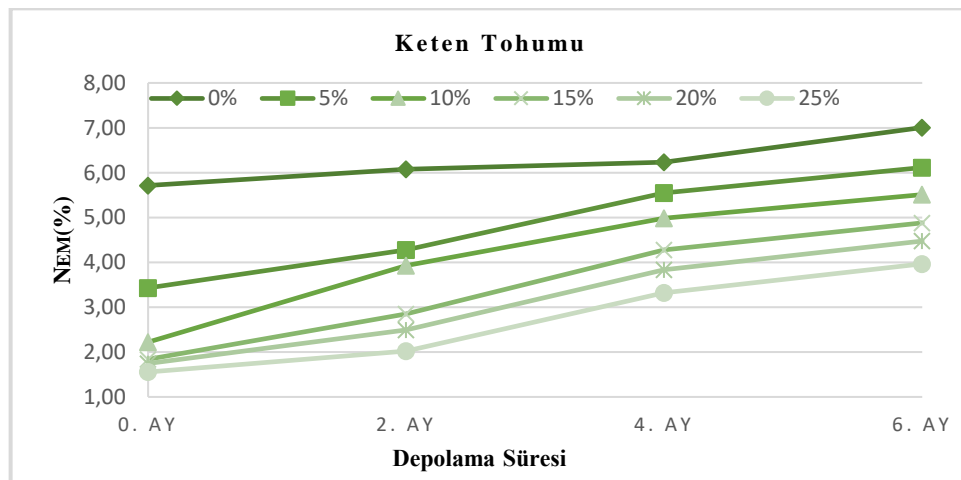
Bisküvi gibi kuru gıda ürünlerinde depolama esnasında nem miktarındaki artış, sıcaklık ve bağıl nem ile ilgili çevresel koşullar ve ambalaj malzemesinin özellikleri ile açıklanabilir (Balestra ve ark., 2019). Raf ömrü süresince menengiç, susam ve keten tohumu ilaveli bisküvilerin raf ömrü üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonu incelendiğinde ikame oranının artmasıyla bisküvilerin nem oranı azalırken, örneklerin depolama boyunca nem miktarlarında artış tespit edilmiştir (Şekil 4.16; Şekil 4.17; Şekil 4.18). Menengiç ilaveli bisküvilerde en düşük nem değeri 0. aya ait % 25 menengiç ikame edilen örnekte tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Menengiç ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince nem değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu



Şekil 4.17. Susam ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince nem değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu



Şekil 4.18. Keten tohumu ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince nem değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

4.2.2.8.2. pH tayini

pH değeri bisküvinin duyuşal özelliğini etkileyen önemli bir parametredir. Bisküvi formülasyonuna ilave edilen ingrediyeñtler, öñeklerinin pH değeriñi etkilemekle birlikte depolama süresince ürünün lezzetinin algılanmasında önemli rol oynamaktadır.

Bisküvi fomülasyonuna ikame edilen keten tohumu, susam ve menengiç ilaveli bisküvi öñeklerinin 6 aylık depolama süresince pH değeri Çizelge 4.15' de verilmiştir. Menengiç, susam ve keten tohumu ikame edilen bisküvilerin aynı depolama koşullarındaki (oda sıcaklığı - 22°C) pH değeriñi, 0. ay, 8.46 – 10.20; 2. ay, 8.34 – 10.07; 4. ay, 7.65 – 9.76, 6. ay, 6.80 – 9.48 aralığında bulunmuştur. Bisküvilere ait ortalama pH değeriñi ise 0. ayda 9.71 ± 0.55 bulunurken diğeri aylarda sırasıyla 9.56 ± 0.53 ; 9.24 ± 0.63 ve 8.76 ± 0.83 ortalama değeriñi tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi öñeklerinin 6 aylık depolama süresince 0, 2, 4 ve 6. aylara ait pH değeri üzerine ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları istatistiki açıdan önemli ($p < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre keten tohumu ikame edilmiş bisküvilerde en yüksek pH değeri tespit edilirken, 6. ayda susam ve keten tohumu ilaveli bisküvilerin pH değeriñiñde istatistiki bir fark görülmemiştir. Bisküvilerde kullanılan ikame maddelerin ikame oranının artmasıyla bütün aylara ait (0, 2, 4 ve 6. ay) bisküvilerin pH değeriñiñde paralel olarak bir düşüş gözlenmiştir (Çizelge 4.18).

Sertakan (2006) tarafından, bisküvilik buğday ununa farklı seviyelerde tritikale unu ikame edilerek hazırlanan bisküvi ve kraker öñeklerinin 12 aylık depolama boyunca pH değeriñiñde genel bir azalma olduğu rapor edilmiştir.

Bisküvi öñeklerine ait raf ömrü süresince (0, 2, 4 ve 6. aylar) pH değeri üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları incelendiğinde menengiç, susam ve keten tohumunun artan ikame oranıyla ve 6 aylık depolama boyunca bisküvilerin pH değeri düşme trendine girmiştir (Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21). Menengiç ilaveli bisküvilerin 4. ve 6. ayda pH' nın hızlı düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.19). Susam ilaveli bisküvilerin bütün ikame oranlarında pH düşüşleri aylara göre paralel ve yavaş gerçekleşmiştir (Şekil 4.20).

Çizelge 4.15. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca pH, peroksit ve indüksiyon süresi sonuçları¹

İkame maddeler	İkame oranı (%)	pH				Peroksit (meqO ₂ /kg)				İndüksiyon süresi (saat)
		0.Ay	2.Ay	4.Ay	6.Ay	0.Ay	2.Ay	4.Ay	6.Ay	
Menengiç	0	10.20±0.01	10.05±0.01	9.76±0.02	9.48±0.04	75.58±0.23	52.30±1.67	21.90±0.42	15.06±0.24	7.48±0.05
	5	9.63±0.02	9.54±0.04	9.16±0.01	8.51±0.01	55.27±2.38	38.93±0.37	24.30±0.42	13.86±0.95	8.13±0.06
	10	9.28±0.04	9.16±0.02	8.77±0.01	8.08±0.04	51.34±1.37	34.62±0.41	24.00±0.00	11.76±0.20	8.31±0.00
	15	8.79±0.04	8.71±0.01	8.35±0.01	7.56±0.01	29.06±0.17	23.21±0.46	20.70±0.14	8.97±0.02	8.53±0.13
	20	8.72±0.02	8.67±0.02	7.99±0.01	7.11±0.04	25.21±1.70	21.12±1.17	19.16±1.19	7.05±1.24	8.92±0.00
	25	8.46±0.04	8.34±0.04	7.65±0.01	6.80±0.03	22.26±1.61	16.78±0.35	8.20±0.28	3.83±0.54	12.73±0.00
Susam	0	10.20±0.01	10.05±0.01	9.76±0.02	9.48±0.04	75.58±0.23	52.30±1.67	21.90±0.42	15.06±0.24	7.48±0.05
	5	10.16±0.04	9.91±0.02	9.71±0.02	9.41±0.04	64.58±0.60	41.80±1.29	10.90±0.42	8.97±0.20	6.53±0.12
	10	10.03±0.02	9.79±0.02	9.59±0.04	9.30±0.01	55.80±1.27	36.68±0.64	10.00±0.57	8.29±0.38	6.39±0.05
	15	9.85±0.01	9.65±0.07	9.49±0.02	9.14±0.04	47.36±0.46	28.11±1.41	9.40±0.28	7.73±0.37	6.33±0.23
	20	9.70±0.01	9.53±0.04	9.37±0.00	8.92±0.02	46.39±5.02	25.39±0.09	8.90±0.42	7.00±0.18	5.92±0.20
	25	9.56±0.06	9.40±0.04	9.30±0.03	8.86±0.06	34.68±0.25	20.97±2.74	7.60±0.57	6.08±0.09	5.43±0.36
Keten tohumu	0	10.20±0.01	10.05±0.01	9.76±0.02	9.48±0.04	75.58±0.23	52.30±1.67	21.90±0.42	15.06±0.24	7.48±0.05
	5	10.16±0.06	10.07±0.01	9.70±0.01	9.29±0.03	73.33±0.83	51.54±0.79	29.40±6.51	17.00±0.79	5.53±0.12
	10	10.05±0.04	9.99±0.01	9.60±0.01	9.24±0.04	72.49±2.02	46.75±0.51	28.90±0.42	15.33±0.60	4.57±0.08
	15	10.02±0.01	9.89±0.02	9.55±0.01	9.15±0.03	53.05±0.53	36.02±0.15	27.50±6.36	14.62±0.44	4.30±0.04
	20	9.96±0.06	9.74±0.04	9.41±0.01	9.00±0.01	52.58±0.11	33.00±0.14	23.00±2.83	11.48±0.62	3.77±0.18
	25	9.89±0.01	9.67±0.01	9.39±0.01	8.91±0.01	49.55±1.57	29.09±0.11	22.80±4.53	9.83±0.62	3.45±0.00
Minimum-maksimum		8.46–10.20	8.34–10.07	7.65–9.76	6.80–9.48	22.26–75.58	16.78–52.30	7.60–29.40	3.83–17.00	3.45–12.73
Ortalama ± std		9.71±0.55	9.56±0.53	9.24±0.63	8.76±0.83	53.31±17.46	35.60±11.90	18.91±7.58	10.94±3.92	6.73±2.23

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.16. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	pH							
		0.Ay		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
İkame maddeler(A)	2	5.26	2185.57**	4.51	2521.13**	7.09	10466.48**	12.68	6149.99**
İkame oranı(B)	5	3.46	575.68**	3.50	783.06**	4.05	2392.62**	6.88	1334.77**
(AxB)	10	1.64	136.10**	1.38	153.74**	2.53	747.26**	3.89	377.65**
Hata	18	0.02		0.02		0.01		0.02	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.17. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca peroksit ve indüksiyon süresi değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

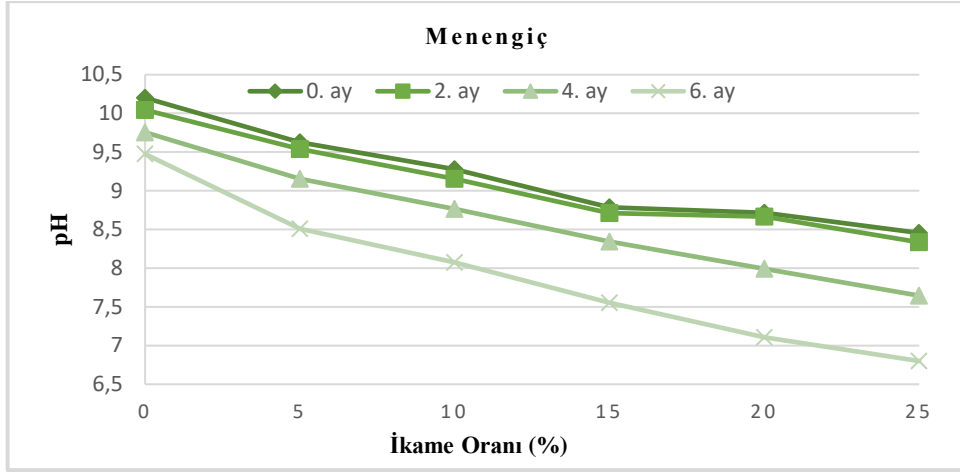
VK	SD	Peroksit								İndüksiyon süresi	
		0.Ay		2.Ay		4.Ay		6.Ay		KO	F
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F		
İkame maddeler(A)	2	2324.87	434.08**	670.62	264.29**	1209.90	94.86**	165.15	282.11**	106.97	2999.51**
İkame oranı(B)	5	7344.58	548.53**	4005.16	631.36**	361.38	11.33**	290.10	198.22**	7.63	85.59**
(AxB)	10	697.52	26.05**	141.49	11.15**	383.41	6.01*	67.14	22.94**	54.21	304.01**
Hata	18	48.20		22.84		114.79		5.27		0.32	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

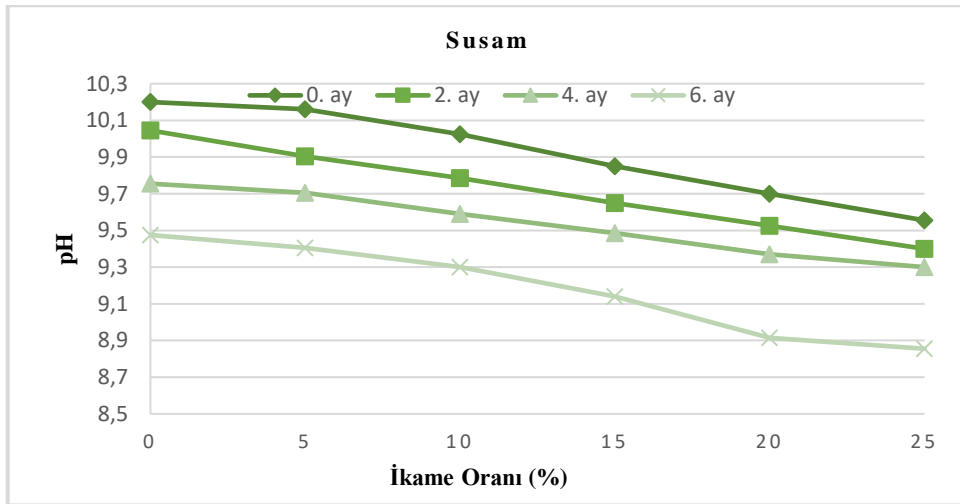
Çizelge 4.18. Bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama boyunca pH, peroksit ve indüksiyon süresi değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	pH				Peroksit (meqO ₂ /kg)				İndüksiyon süresi (saat)
		0.Ay	2.Ay	4.Ay	6.Ay	0.Ay	2.Ay	4.Ay	6.Ay	
<i>İkame maddeler</i>										
Menengiç	12	9.18c	9.08c	8.61c	7.92b	43.12c	31.16c	19.71b	10.09b	9.01a
Susam	12	9.92b	9.72b	9.53b	9.18a	54.06b	34.21b	11.45c	8.85c	6.34b
Keten tohumu	12	10.04a	9.90a	9.57a	9.18a	62.76a	41.45a	25.58a	13.89a	4.85c
<i>İkame oranı (%)</i>										
0	6	10.20a	10.05a	9.76a	9.48a	75.56a	52.30a	21.90a	15.06a	7.48a
5	6	9.98b	9.84b	9.52b	9.07b	64.38b	44.09b	21.53a	13.28b	6.73c
10	6	9.79c	9.64c	9.32c	8.87c	59.87c	39.35c	20.97a	11.79c	6.42d
15	6	9.55d	9.42d	9.13d	8.62d	43.15d	29.11d	19.20ab	10.44d	6.38d
20	6	9.46e	9.31e	8.92e	8.34e	41.39d	26.50e	17.02b	8.51e	6.20e
25	6	9.30f	9.14f	8.78f	8.19f	35.50e	22.28f	12.87c	6.58f	7.20b

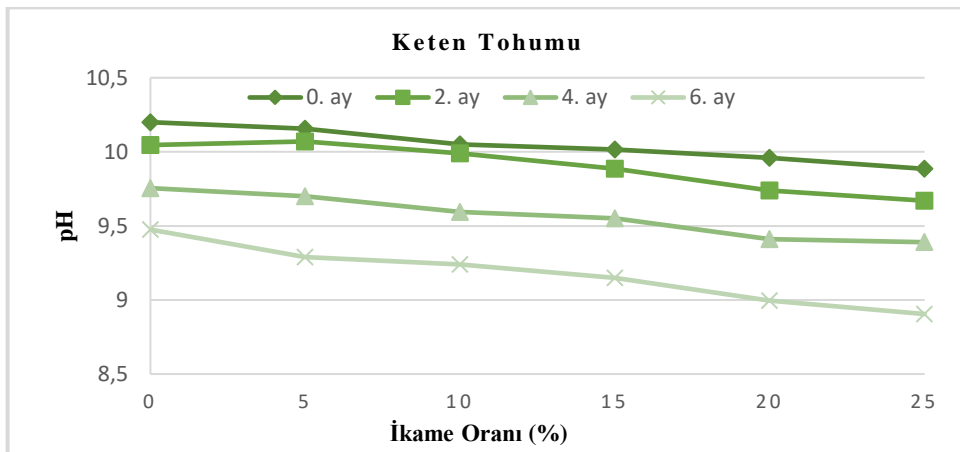
¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).



Şekil 4.19. Menengiç ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince pH değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu



Şekil 4.20. Susam ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince pH değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu



Şekil 4.21. Keten tohumu ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince pH değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Bisküvilerde keten tohumu ikamesinin artmasıyla ve depolama süresince örneklerin pH değeri düşmüştür. En düşük pH değeri 6. aya ait, % 25 seviyesinde keten tohumu ikameli bisküvide; en yüksek pH değeri 0. ayda kontrol bisküvide tespit edilmiştir (Şekil 4.21).

4.2.2.8.3. Peroksit değerinin belirlenmesi

Oksidatif stabilite, yağ ve yağ içeren gıdaların işleme ve depolama sırasında oksidasyona karşı direnç göstermesi olarak tanımlanmaktadır (Choe ve Min, 2006). Oksidatif stabilite gıdaların kalite ve raf ömrünü büyük oranda etkilemektedir. Bisküvi ve yağ içeren gıda ürünlerinde peroksit değerinin oksidasyonun göstergesi olduğu rapor edilmiştir (Magda ve ark., 2008). Peroksit sayısı yağlarda birincil oksidasyon ürünlerini belirlemektedir. İkincil oksidasyon ürünlerini TBA, anisidin ve hegzanal değerleri temsil etmektedir (Kaya, 2017). Gıda ürünlerinin raf ömrünün değerlendirilmesinde peroksit değerindeki artışın ölçüldüğü veya sabit değişim seviyesine yaklaşım olmak üzere iki farklı strateji uygulanabilir (Calligaris ve ark., 2015).

Gıda ürünlerinde, hava, yüksek sıcaklık, ışık, peroksitler, iyonize radyasyon gibi faktörler lipid oksidasyonunu hızlandırıcı yönde etki yaparken; dondurma, oksijeni engelleme, antioksidanlar gibi faktörler oksidasyonu engelleyici yönde etki yapmaktadır (Aksu ve Hışıl, 2005). Yağ asitlerinin kompozisyonu ve serbest yağ asitleri, yağların oksidasyonu üzerinde etkili olmaktadır (Choe ve Min, 2006). Karanlık ortamda bazı lipidlerin ve pigmentlerin oksidasyon hızı, ortam sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklarda bile yavaş olabilir (Calligaris ve ark., 2015). Antioksidanlar sıvı yağ ve katı yağ içeren gıda ürünlerinin ve yağların otooksidasyonunu önlemede önemli rol üstlenirler (Reddy ve ark., 2005).

Bisküvi formülasyonuna % 0, 5, 10, 15, 20 ve 25 seviyelerinde keten tohumu, susam ve menengiç ilave edilmiş bisküvi örneklerinin 6 aylık depolama süresince tespit edilen peroksit değerleri Çizelge 4.15' de verilmiştir. Keten tohumu, susam ve menengiç ilaveli bisküvi örneklerinin 6 aylık depolanmalarına ait peroksit değerleri 0. ay, 22.26 – 75.58 meqO₂/kg; 2. ay, 16.78 - 52.30 meqO₂/kg; 4. ay, 7.60 - 29.40 meqO₂/kg, 6. ay, 3.83 - 17.00 meqO₂/kg aralığında bulunmuştur. Bisküvi örneklerine ait ortalama peroksit değerleri ise 0. ayda 53.31 ± 17.46 meqO₂/kg bulunurken diğer aylarda sırasıyla 35.60 ± 11.90 meqO₂/kg, 18.91 ± 7.58 meqO₂/kg ve 10.94 ± 3.92 meqO₂/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin aynı depolama koşullarındaki aylara ait (0, 2 ve 6. ay) peroksit değerleri üzerine ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Bisküvi örneklerinin 4. aya ait peroksit değeri üzerine ikame maddeler, ikame oranı $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunurken; '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları ise istatistiki olarak $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

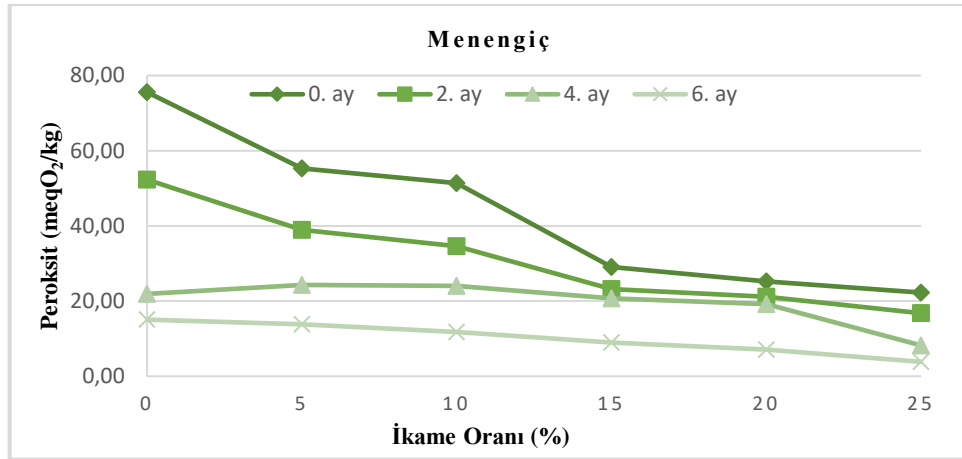
Çizelge 4.18' de çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre peroksit değerleri incelenmiş ve 6 aylık raf ömrü süresince en yüksek peroksit değeri keten tohumu ilaveli bisküvilerde bulunurken; en düşük peroksit değeri 0. ve 2. aylarda menengiç ilaveli bisküvilerde; 4. ve 6. aylarda susam ilaveli bisküvilerde bulunmuştur. Bisküvilerde susam, menengiç ve keten tohumu ikame oranının % 0'dan % 25'e çıkmasıyla; 0, 2, 4 ve 6. aylara ait bisküvilerin peroksit değerlerinde genel bir azalma tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

Bisküvilerin peroksit değerinin 6 aylık depolama süresince genel bir azalma eğiliminin olmasının nedeni, örneklerin sabit sıcaklık ve karanlık ortamda polietilen ambalajlarda muhafaza edilmesinin sonucu olduğu düşünülmektedir. Ayrıca peroksit, yağlarda birincil oksidasyon ürünlerinden ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşmüş ve birincil oksidasyon değeri azalırken ikincil oksidasyon değeri artmış olabileceği düşünülmektedir.

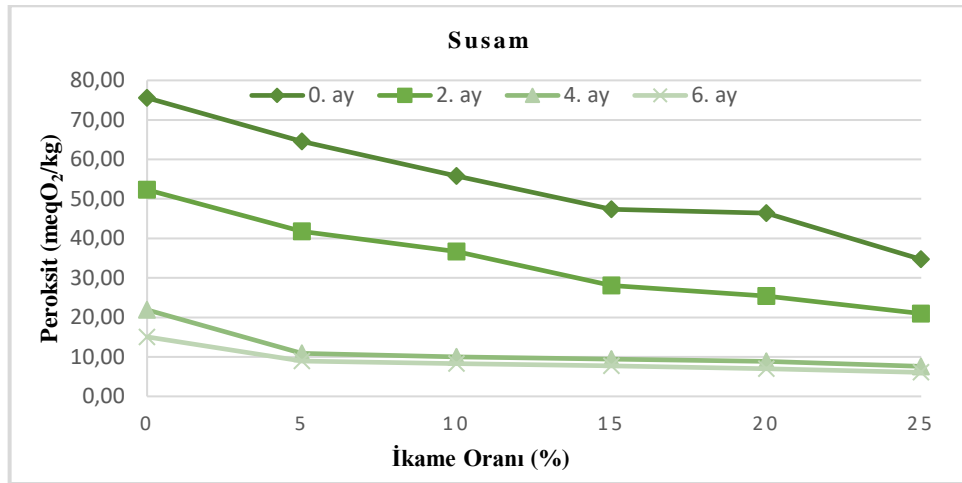
Keten tohumunda bulunan SDG (sekoizolarikiresinol diglikozid) lignan bileşiğinin güçlü antioksidan özelliklere sahip olduğu (İşleroğlu ve ark., 2005; Kanmaz ve Gül den, 2012) ve yağda çözünebilen tokoferollerin % 26' sını keten tohumu kabuğunda bulunduğu bildirilmektedir (İşleroğlu ve ark., 2005). Keten tohumu linolenik asit bakımından son derece zengindir.

Menengiç ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince peroksit değeri üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonu incelendiğinde; 0. ve 2. ayda, % 15 seviyesine kadar menengiç ilaveli örneklerin peroksit düşüşlerinin hızlı olduğu, % 15 ve üzeri ikame oranında düşüşün daha yavaş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.22).

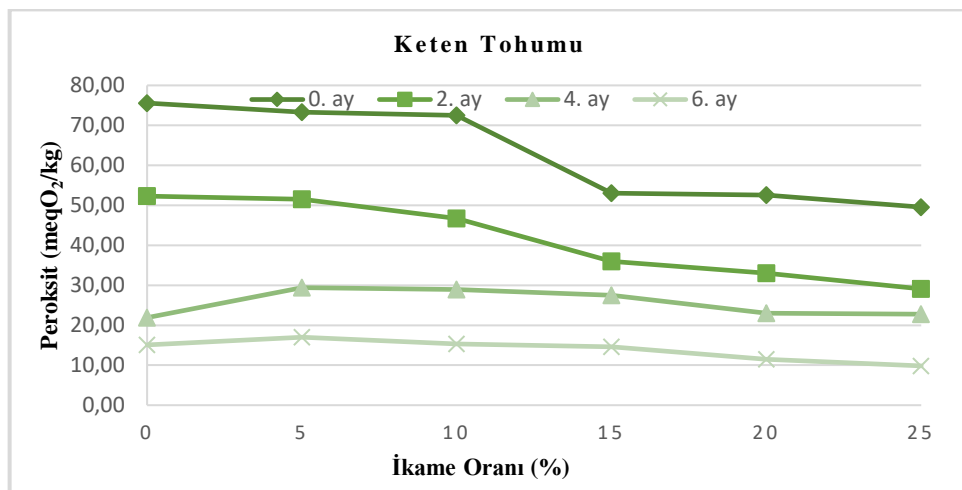
Susam ilaveli bisküvilerin 0, 2 ve 4. ayda peroksit değerinde hızlı düşüş olduğu, ancak 4. aydan sonra peroksit sayısındaki düşüşün çok yavaş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.23). Keten tohumu ilaveli bisküvi örneklerinde 4. ve 6 aya ait % 5 keten tohumu ikamesi ile peroksit değerinde artış olduğu, ancak bu seviyeden sonra peroksit miktarının azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.22. Menengiç ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince peroksit değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu



Şekil 4.23. Susam ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince peroksit değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu



Şekil 4.24. Keten tohumu ilaveli bisküvilerin raf ömrü süresince peroksit değeri üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Susam tohumu tokoferol ve lignan (sesamin, sesamol ve sesamolin) bakımından yüksek antioksidan aktiviteye sahip olup, susam yağı içeriğinde bulunan sesamin ve sesamolin ile yağdaki bozulmalara karşı dayanıklı olması nedeniyle patates cipsi yapımında tercih sebebi olmaktadır (Rusmarilin ve ark., 2019; Kolsarıcı ve ark., 2006). Susam tohumlarının sesamin ve sesamol miktarının kavurma işlemi ile arttığı tespit edilmiştir (Mokhber ve ark., 2019).

Köten ve Satouf (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, menengiç püresinin antioksidan aktivite değeri % 94.04 olarak bulunmuştur. Çalışmada kekik ve menengiç ilaveli zahterin, kontrol örneğe göre kekik ikamesi ile antioksidan değeri azalırken, menengiç püresi kekiğe göre zahterin antioksidan değerini artırıcı yönde etki etmiştir. Ergenekon (2018) tarafından yapılan araştırmada, kavrulmuş menengiç ekstrelerinin dondurmanın antioksidan aktivite değerini artırdığı rapor edilmiştir.

Depolama sürecinde bisküvi örneklerinde peroksit değerinin düşmesi yukarıdaki literatürlerde de belirtilen yağlı tohumlarda bulunan antioksidan bileşiklerin lipidlerde stabilizasyonunu sağlaması ile açıklanabilir. Romani ve ark. (2014) tarafından, ambalaj malzemelerinin depolama süresince bisküvi kalitesi üzerindeki etkisinin incelendiği bir araştırmada, bisküvilerin 20 ile 40 günlük depolama sürecinde peroksit değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Balestra ve ark. (2019) tarafından, ayçiçek yağı ile formüle edilmiş, farklı ambalaj malzemeleri ile depolanan bisküvilerin 60 gün sonunda peroksit değerleri azalırken, metalize OPP ve OPP-EVAPOA kağıt ile depolanan örneklerin peroksit değeri 85. günden itibaren tekrar artmaya başladığı rapor edilmiştir. Bu durum, hidroperoksitlerin oluşumu ve bozulması arasındaki denge ile açıklanmıştır.

Kumar ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, oryanol ilaveli bisküvilerin depolama süresince (27 ° C' de 120 gün), peroksit değerleri % 11 bağıl nemde çok yavaş düştüğü; % 56 bağıl nemde ise peroksit değerinde hızlı bir düşüş olduğu rapor edilmiştir.

Mildner-Szkudlarz ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, yeşil çay ekstresinin bisküvilerdeki yağlardan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri oluşumuna karşı koruyucu özelliklerinin olduğu ve yeşilçay ekstresinin bir aktif antioksidan kaynağı olarak gıda lipidlerinin stabilizasyonunda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anuradha ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmada, vanilin ve vanilya ekstraktı belirli oranlarda ve ayrı ayrı ikame edilen bisküvilerin 120 günlük depolama

süresinde peroksit değerinde 30. güne kadar artış olduğu, 30. günden sonra her iki bisküvi örneğinin peroksit değerinin azalma trendine girdiği tespit edilmiştir.

Karataş (2015) tarafından yapılan çalışmada, 20 gün süre ile karanlıkta muhafaza edilen ham susam yağının peroksit değeri 9.20 meq/kg yağ' dan 165°C kavurma ile 7.70 meq/kg' a, yüksek derecedeki güçlü mikrodalga uygulaması ile 4.60 meq/kg' a düşürüldüğü belirtilmiştir.

Sertakan (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday unu ile hazırlanan pötibör bisküvi ve krakerlerin 12 aylık depolama süresince peroksit sayılarında artış olduğu ve bu artışın ortamın sıcaklığından ve ışık geçirgenliğinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Çalışmamızda bisküvi üretimi sırasında uygulanan ısıl işlemin ve bisküvilerin 6 aylık depolama süresi boyunca ışık ve hava geçirmez polietilen ambalajlarda sabit sıcaklıkta (22°C' de) tutulmasının oksidasyonu sınırlayıcı etki gösterdiği düşünülmektedir. Gıda ürünleri yapısında bulunan çoklu doymamış yağ asitleri ile oksidasyona karşı oldukça duyarlıdır. Yağ içeren gıdaların oksidasyonu serbest hale geçen oksijen ile artmaktadır (Choe ve Min, 2006). Tańska ve ark. (2016) tarafından yapılan bir araştırmada, soğuk pres yöntemiyle elde edilen keten tohumu yağının 3 aylık raf ömrü sonunda peroksit değerinin % 16-37 oranında arttığı rapor edilmiştir.

4.2.2.8.4. İndüksiyon süresi

Ransimat metodu yağın sabit ve yüksek sıcaklıkta, hava ile temas ettirilerek ürünün hızlandırılmış oksidasyon testidir (Dıraman ve Baydır, 2017). İndüksiyon süresi (saat) 2.5 g yağ örneğinden 100 °C' de 20 L/h hızla kuru hava geçirilerek belirlenen iletkenlik eğrisi üzerindeki kırılma noktasından belirlenmektedir (Laubli ve ark., 1988). İndüksiyon süresinin yüksek olması yağın oksidasyon stabilitesinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Oksidatif stabilite yağ ve yağ içeren gıdaların içeriğindeki yağ asitleri ile ilişkilidir. Ransimat yöntemi ile ölçülen yağların oksidasyon kararlılığını saat cinsinden veren indüksiyon süresi, bisküvi örneklerinden elde edilen yağın oksidasyon kararlılığının belirlenmesinde önemli bir parametredir. Bisküvinin depolama süresince kalite ve raf ömrü bakımından, ransimat değerinin yüksek olması tercih edilmektedir. Örneklerde ransiditenin gelişmesi sonucunda üründe ransit tat oluşumu arzu edilmeyen bir lezzete neden olmaktadır.

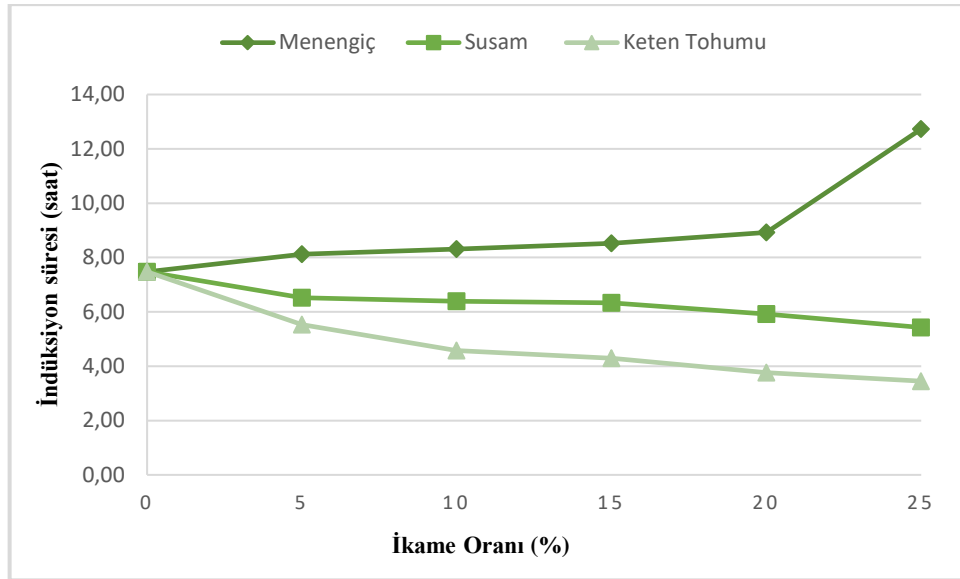
Bisküvi fomülasyonuna keten tohumu, susam ve menengiç ikame edilen bisküvi örneklerine ait indüksiyon süreleri Çizelge 4.15' de verilmiştir. Keten tohumu, susam ve menengiç ilave edilen bisküvi örneklerin indüksiyon süreleri 3.45 - 12.73 saat aralığında bulunurken, ortalama değer 6.73 ± 2.23 saat olarak bulunmuştur.

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerine ait indüksiyon süresi üzerine ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları istatistiki olarak $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17). Menengiç ilaveli bisküvilerin oksidatif stabilitesinin, susam ve keten tohumu ilaveli bisküvi örneklerine göre daha avantajlı konumda olduğu tespit edilmiştir.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre bisküvilerin indüksiyon süreleri incelenmiş ve menengiç ilaveli bisküvi örnekleri en yüksek indüksiyon süresini verirken, keten tohumu ilaveli bisküviler en düşük indüksiyon süresini vermiştir.

Bisküvi örneklerinde keten tohumu, susam ve menengiç ikame oranının artmasıyla bisküvilerin indüksiyon sürelerinde genel bir azalma görülmüştür, ancak çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ikame oranı % 25 olan bisküvi örneklerinde tam tersine bir artma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

Yağ içeren gıdalarda ve yağlarda oksijenin etkisiyle oksidasyon meydana gelmektedir. Gıdanın bulunduğu ortam sıcaklığı, ışık ve oksijen varlığı ürünün oksidasyona uğramasını kolaylaştırabilmektedir. Bisküvi örneklerinde indüksiyon süresi üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonu incelendiğinde menengiç ilavesi ile bisküvilerin indüksiyon süresinin arttığı görülmüştür. Menengiç ilaveli bisküvilerin % 25 ikame oranı ile örneklerin indüksiyon süresinin en yüksek değeri aldığı gözlenmiştir. Susam ve keten tohumunun artan ikame oranı ile indüksiyon sürelerinde azalma tespit edilmiştir (Şekil 4.25). Soğuk pres keten tohumu % 59.34 - 62.10 çoklu doymamış, % 27.35 - 25.01 tekli doymamış ve % 13.32 - 12.90 doymuş yağ asidi içermektedir (Özkılıç, 2017). Keten tohumu işleme ve depolama süreçlerinde, yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi ve esansiyel yağ asitlerini içermesi nedeniyle oksidasyona son derece yatkındır. Keten tohumu yapısındaki çift bağ içeren doymamış yağ asitleri nedeniyle oksidasyona oldukça duyarlıdır.



Şekil 4.25. Bisküvi örneklerinde indüksiyon süresi üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranları' interaksyonu

Karataş (2015) tarafından yapılan çalışmada, susam yağının 210 °C sıcaklıkta kavurma ve yüksek güç kaynaklı mikrodalga uygulaması ile indüksiyon süresinin yüksek çıktığı, ancak ultrasonik uygulamanın bu kadar etkili olmadığı belirtilmiştir.

Özkılıç (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, menengiçin 11.12 saat ile kabak ve keten tohumundan daha yüksek indüksiyon süresine sahip olduğu, keten tohumunun indüksiyon süresinin ise 0.45 saat ile en düşük değeri verdiği rapor edilmiştir. Bu durumun keten tohumunda linolenik asit, menengiçte ise oleik asit içeriğinin yüksek olmasının etkili olduğu belirtilmiştir.

Sertakan (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday unu ile hazırlanan pötibör bisküvinin indüksiyon süresi 7.20 saat, krakerlerin 8.10 saat olduğu rapor edilmiştir. Pötibör bisküviye tritikale unu ikamesiyle örneklerin indüksiyon sürelerinde azalma olduğu; aynı şekilde tritikale ununun krakerlere ikamesi ile bisküvi örneklerinin indüksiyon sürelerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Tańska ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, soğuk pres yöntemiyle elde edilen keten tohumu yağının 3 aylık raf ömrü sonunda indüklenme süresinin % 9-26 azaldığı rapor edilmiştir.

4.2.3. Besinsel analizler

Farklı oranlarda menengiç, keten tohumu ve susam ilave edilen bisküvi örneklerinde toplam fenolik madde miktarı, fitik asit miktarı ve mineral madde miktarı tespit edilmiştir.

4.2.3.1. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Keten tohumu, susam ve menengiç ilaveli bisküvilere ait toplam fenolik madde sonuçları Çizelge 4.19' da verilmiştir. Bisküvilere ait toplam fenolik madde miktarları 715.38 – 5984.62 mg/kg aralığında değişmekte olup, bisküvi örneklerinin ortalama fenolik madde miktarı 1948.29 ± 1356.24 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerine ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19. Bisküvi örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit sonuçları¹

İkame maddeler	İkame oranı (%)	Toplam fenolik madde miktarı (mg/kg)	Fitik asit (mg/100g)
Menengiç	0	715.38±1.63	152.21±2.81
	5	2161.54±2.42	180.20±1.37
	10	3000.00±2.91	198.86±1.06
	15	3338.46±3.62	239.61±0.74
	20	3938.46±1.69	254.34±0.88
	25	5984.62±3.22	280.86±1.04
Susam	0	715.38±1.66	152.21±2.11
	5	1092.31±1.68	160.07±2.45
	10	1284.62±0.55	202.79±2.37
	15	1384.62±2.65	230.78±2.78
	20	1507.69±0.65	278.40±4.33
	25	1553.85±1.03	337.33±2.02
Keten tohumu	0	715.38±1.68	152.21±0.29
	5	1146.15±0.06	165.47±1.67
	10	1223.08±0.25	219.97±3.31
	15	1453.85±1.59	241.09±0.53
	20	1684.62±1.01	248.94±4.12
	25	2169.23±0.45	260.24±0.35
Minimum-maksimum		715.38 – 5984.62	152.21 – 337.33
Ortalama ± std		1948.29 ± 1356.24	219.76 ± 53.21

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.20. Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Toplam fenolik madde miktarı		Fitik asit	
		KO	F	KO	F
İkame maddeler(A)	2	27863208	3897488**	981.462	96.88**
İkame oranı(B)	5	21711354	1214788**	87857.33	3468.85**
(AxB)	10	12965036	362708.2**	7436.53	146.81**
Hata	18	64		91.18	

¹* p<0.05 düzeyinde önemli, ** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

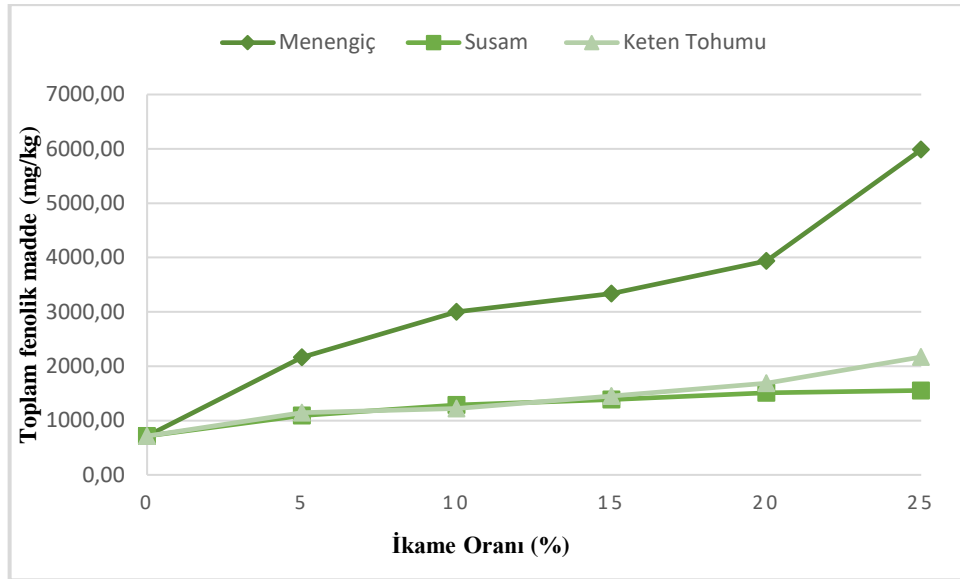
Çizelge 4.21. Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Toplam fenolik madde miktarı(mg/kg)	Fitik asit (mg/100g)
<i>İkame maddeler</i>			
Menengiç	12	3189.74a	217.68b
Susam	12	1256.41c	226.93a
Keten tohumu	12	1398.72b	214.65b
<i>İkame oranı (%)</i>			
0	6	715.38f	152.21f
5	6	1466.67e	168.58e
10	6	1835.90d	207.21d
15	6	2058.97c	237.16c
20	6	2376.92b	260.56b
25	6	3235.90a	292.81a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Gıdaların antioksidan etkileri içeriğinde bulunan fenolik bileşiklerden ileri gelmektedir. Polifenollerin içerisinde yer alan fenolik asitler otooksidasyonun engellenmesinde son derece önemli bileşiklerdir. Çizelge 4.21' de çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek toplam fenolik madde miktarı menengiç ilaveli bisküvilerde bulunurken bunu sırasıyla keten tohumu ve susam takip etmiştir. İkame oranının artmasıyla bisküvilerin toplam fenolik madde miktarı 715.38 mg/kg' dan 3235.90 mg/kg' a yükselmiştir (Çizelge 4.21).

Isıl işlem uygulamaları toplam fenolik madde miktarını dolayısıyla antioksidan aktiviteyi etkilemektedir. Fenolik bileşenlerin miktarının ısı karşısında azabileceğini veya artabileceğini kesin olarak söylemek mümkün değildir. Bazı çalışmalar fenolik madde miktarının ısı işlem ile artabileceğini savunurken, bazı çalışmalar ise ısı işlem ile fenolik madde miktarının azalabileceğini savunmaktadır. Fenolik bileşikler yüksek nem ve basınç sonucunda dekarboksilasyona uğramasıyla antioksidan aktivite azalmaktadır (Brennan ve ark., 2011). Ancak fenolik bileşenlerin miktarı, gıda ürününün yapısı ve bileşimi ile gıdaya uygulanan ısı işlem ve sıcaklık derecesine göre artmaktadır (Sakaç ve ark., 2011).



Şekil 4.26. Bisküvi örneklerinde toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili ‘ikame maddeler x ikame oranı’ interaksyonu

Bisküvilerin artan ikame oranı ile toplam fenolik madde miktarında artış olduğu tespit edilmiştir. Menengiç ilaveli bisküvi örneklerinin artan ikame oranı ile toplam fenolik madde içeriği susam ve keten tohumu ilaveli bisküvi örneklerine göre hızlı artmıştır. % 25 seviyesinde menengiç ikamesi ile bisküvilerin fenolik madde miktarı en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.26).

Yapılan bir çalışmada % 100 bisküvilik un ile yapılan bisküvilerin toplam fenolik madde miktarı $713.68 \mu\text{g GAE g}^{-1}$, % 100 tam buğday unu ile yapılan bisküvilerin ise $1333.01 \mu\text{g GAE g}^{-1}$ fenolik madde içerdiği rapor edilmiştir (Demir, 2015).

Seczyk ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada % 5 oranında keten tohumu kabuğu takviye edilmiş buğday ekmeğinin fenolik içeriği (% 93) artırdığı saptanmıştır.

Köten ve Ünsal (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, menengiçin erişte formülasyonunda katkı maddesi olarak kullanılmasıyla eriştelerin fenolik madde içeriği önemli ölçüde arttığı rapor edilmiştir. Ergenekon (2018) tarafından yapılan bir başka çalışmada, kavrulmuş menengiç ekstresinin dondurmaların toplam fenolik madde miktarını artırdığı rapor edilmiştir.

Hashempour Baltork ve ark. (2018) tarafından yapılan bir araştırmada, mısır ununa susam tozu ikame edilerek hazırlanan şişirilmiş mısır atıştırmalıklarının, artan susam tozu ikame oranı ile atıştırmalıkların toplam fenolik madde içeriğinin arttığı belirtilmiştir.

4.2.3.2. Fitik asit tayini

Antibesinsel faktör olan fitik asit, insan beslenmesinde önemli rol üstlenen magnezyum, çinko, demir, kalsiyum, bakır ve fosfor gibi minerallere bağlanarak bu minerallerin biyoyararlılığını düşürmektedir. Fitik asit oranı düşük veya fitaz aktivitesi yüksek ürünleri ıslah ederek ya da hammaddedeki fitik asiti fiziksel veya kimyasal yöntemlerle uzaklaştırarak gıda ürünüdeki fitik asit miktarı düşürülebilmektedir (Bilgiçli, 2002). Yağlı tohumların fitik asit içeriği ısıtma işlemi, çimlendirme, fermentasyon, ıslatma, öğütme ve kabuk soyma gibi ön işlemlerin uygulanması ile azaltılabilmektedir.

Bisküvi formülasyonuna ilave edilen keten tohumu, susam ve menengiç ikameli bisküvi örneklerinin fitik asit sonuçları Çizelge 4.19’ da verilmiştir. Bisküvilere ait fitik asit miktarları 152.21 – 337.33 mg/100g aralığında değişmektedir. Bisküvi örneklerinin ortalama fitik asit miktarı 219.76 ± 53.21 mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Bisküvi örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına göre fitik asit miktarı üzerine ikame maddeler, ikame oranı ve ‘*ikame maddeler x ikame oranı*’ interaksyonları istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

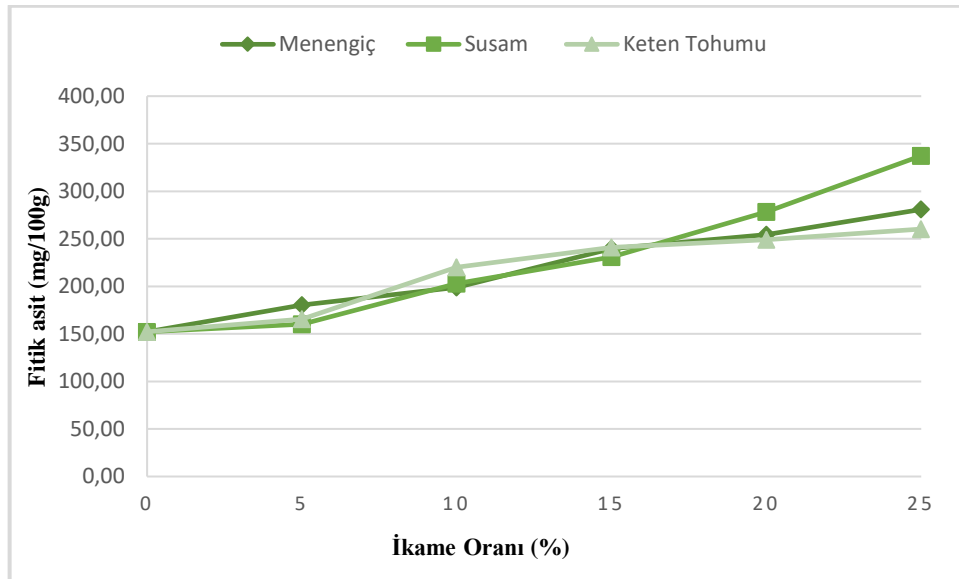
Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre susam ilave edilen bisküviler menengiç ve keten tohumu ilaveli bisküvi örneklerine göre fitik asit miktarı daha yüksek bulunmuştur. Menengiç ve keten tohumu ilave edilmiş bisküvilerin fitik asit miktarlarında istatistiki bir fark görülmemiştir. İkame oranının artmasıyla bisküvilerin fitik asit miktarı 152.21 mg/100g’ dan 292.81’ a yükselmiştir (Çizelge 4.21).

Demir (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, % 100 bisküvilik un ile yapılan bisküvilerin 211.79 mg/100g, % 100 tam buğday unu ile yapılan bisküvilerin ise 706.33 mg/100g fitik asit içerdiğini belirtmiştir.

Uygur (2014) çalışmasında, dalga infrared enerji ile işlenen keten tohumu ilaveli tarhanaların artan keten tohumu katkısıyla fitik asit içeriğinin arttığını belirtmiştir. Madenci (2017) tarafından yapılan başka bir çalışmada, keten tohumu, çörek otu ve nar çekirdeği ile buğday, arpa ve yulaf lifleri farklı kombinasyonlarda kullanılarak üretilen makarnaların, çığ örnekleri pişirilmiş örnekleri ile karşılaştırıldığında, makarna örneklerinin pişirme işlemi ile fitik asit miktarlarında azalma olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.27 incelendiğinde artan ikame oranı ile bisküvilerin fitik asit miktarında artış tespit edilmiştir. % 25 susam ilaveli bisküvilerde fitik asit içeriği en yüksek

seviyeye ulaşmıştır. Susamın diğer maddelere göre % 25 ikame seviyesinde fitik asit miktarını daha fazla artırdığı gözlenmiştir.



Şekil 4.27. Bisküvi örneklerinde fitik asit miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

4.2.3.3. Mineral madde tayini

Bisküvi örneklerine ait mineral madde analiz sonuçları Çizelge 4.22' de gösterilmiştir. Bisküvilerin mineral madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24' te; çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.25' de gösterilmiştir.

Kalsiyum: Keten tohumu, menengiç ve susam ilave edilmiş bisküvi örneklerinin kalsiyum miktarı 24.80 – 49.00 mg/100g arasında değişmekte olup, bisküvi örneklerinin ortalama kalsiyum değerleri 34.77 ± 7.26 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Bisküvi örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına göre kalsiyum miktarı üzerine ikame maddeler ve ikame oranı $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonları istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre keten tohumu içeren bisküvilerde kalsiyum miktarı en yüksek değer bulunurken, susam ve menengiç içeren bisküvilerde istatistiki bir fark görülmemiştir. İkame oranının artmasıyla bisküvilerin kalsiyum miktarı 24.80 mg/100g' dan 40.00 mg/100g' a yükselmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.22. Bisküvi örneklerine ait mineral madde miktarı sonuçları (mg/100g)¹

İkame maddeler	İkame oranı (%)	Kalsiyum	Demir	Potasyum	Magnezyum	Fosfor	Çinko
Menengiç	0	24.80±1.12	1.80±0.11	114.00±4.26	18.30±3.25	109.20±2.97	0.80±0.14
	5	29.90±1.13	1.10±0.14	142.80±3.63	21.20±1.56	114.40±3.11	1.10±0.08
	10	30.20±2.63	1.30±0.27	151.23±1.41	21.90±2.52	116.30±2.04	1.00±0.14
	15	31.00±0.11	1.50±0.47	200.50±1.80	22.80±2.53	117.20±0.28	1.00±0.11
	20	33.23±1.57	1.96±1.06	239.33±2.64	23.90±1.64	120.20±1.46	0.90±0.10
	25	36.00±1.43	2.10±1.02	255.80±2.55	24.90±2.53	123.10±0.42	0.90±0.08
Susam	0	24.80±1.12	1.80±0.16	114.00±2.35	18.30±2.93	109.20±2.55	0.80±0.14
	5	31.20±1.43	1.10±0.17	124.90±2.11	27.00±2.35	127.90±2.26	0.90±0.06
	10	32.90±3.71	1.50±0.69	126.34±0.72	32.90±2.12	135.30±0.03	1.20±0.18
	15	34.80±2.15	1.90±0.95	133.10±0.24	39.90±2.86	165.00±0.28	2.00±0.96
	20	34.93±3.45	1.90±0.89	135.22±0.64	40.30±0.62	165.40±1.56	2.00±0.78
	25	35.00±2.56	1.90±0.85	137.50±2.98	40.90±1.26	165.90±0.14	2.00±0.68
Keten tohumu	0	24.80±1.54	1.80±0.52	114.00±1.56	18.30±1.36	109.20±2.69	0.80±0.00
	5	40.20±0.69	2.20±0.38	132.70±2.50	27.60±3.21	116.80±2.12	1.30±0.59
	10	42.34±1.36	2.94±1.34	142.11±0.95	34.20±0.99	122.90±1.26	1.40±0.55
	15	44.23±2.15	3.50±1.68	161.50±2.08	39.00±0.14	145.20±0.42	1.70±0.82
	20	46.56±3.31	3.70±1.77	173.90±1.26	41.30±0.28	159.30±0.71	1.80±0.86
	25	49.00±0.24	3.90±1.87	196.10±0.96	53.10±1.70	177.00±0.14	1.90±0.99
Minimum-maksimum		24.80–49.00	1.10–3.90	114.0–255.80	18.30–53.10	109.20–177.00	0.80–2.00
Ortalama ± std		34.77±7.26	2.11±0.85	155.28±42.15	30.32±10.21	133.31±23.21	1.31±0.47

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.23. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Kalsiyum		Demir		Potasyum	
		KO	F	KO	F	KO	F
İkame maddeler(A)	2	753.17	91.12**	14.64	7.70 ^{ns}	18501.73	1929.89**
İkame oranı(B)	5	861.47	41.69**	6.16	1.30 ^{ns}	29798.08	1243.28**
(AxB)	10	175.36	4.24*	3.69	0.39 ^{ns}	12107.62	252.59**
Hata	18	74.39		17.10		86.28	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.24. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

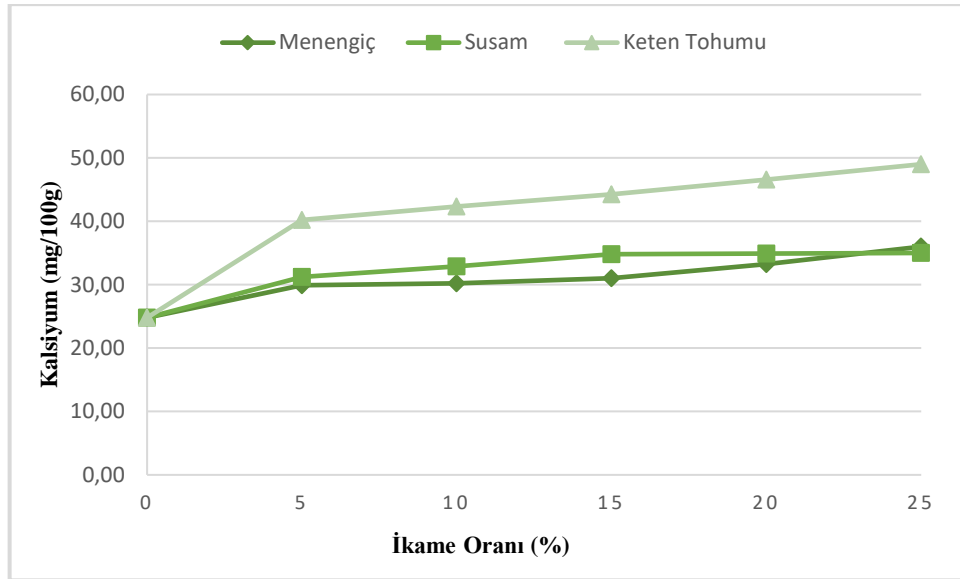
VK	SD	Magnezyum		Fosfor		Çinko	
		KO	F	KO	F	KO	F
İkame maddeler(A)	2	1231.52	139.13**	5184.05	877.76**	2.23	3.88 ^{ns}
İkame oranı(B)	5	1761.14	79.58**	9791.80	663.18**	3.22	2.24*
(AxB)	10	554.64	12.53**	3345.29	113.28**	1.91	0.67 ^{ns}
Hata	18	79.67		53.15		5.18	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.25. Bisküvi örneklerinin mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları (mg/100g)¹

	N	Kalsiyum	Demir	Potasyum	Magnezyum	Fosfor	Çinko
<i>İkame maddeler</i>							
Menengiç	12	31.12b	1.60c	186.08a	22.12c	116.66c	0.98b
Susam	12	32.06b	1.71b	128.86b	30.68b	147.10a	1.53a
Keten tohumu	12	41.08a	3.07a	154.91b	35.67a	139.82b	1.51a
<i>İkame oranı (%)</i>							
0	6	24.80d	1.80d	114.00d	18.30e	109.20f	0.80d
5	6	33.77c	1.47e	133.47cd	25.27d	119.70e	1.13c
10	6	34.92c	1.89d	148.30bcd	27.50d	131.36d	1.40b
15	6	36.07bc	2.30c	165.03abc	31.52c	142.47c	1.47ab
20	6	38.96ab	2.54b	182.41ab	35.11b	149.11b	1.62a
25	6	40.00a	2.76a	196.47a	39.23a	155.33a	1.63a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).



Şekil 4.28. Bisküvi örneklerinde kalsiyum miktarı üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonu

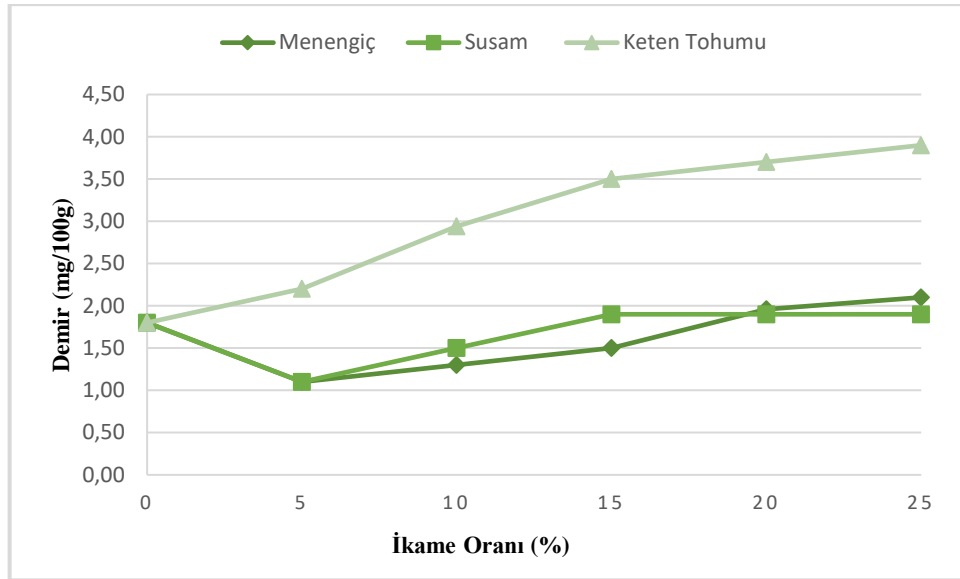
Şekil 4.28 incelendiğinde artan ikame oranı ile bisküvilerin kalsiyum miktarında artış gözlenmiştir. Bisküvilerin % 5 ikame oranında kalsiyum içeriğinde hızlı bir yükseliş görülmüştür. Keten tohumu ilaveli bisküvi örneklerinin en yüksek kalsiyum içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Demir: Bisküvi örneklerine ait demir içerikleri incelendiğinde bisküvilerin demir miktarı 1.10 – 3.90 mg/100g aralığında olup, ortalama 2.11 ± 0.85 mg/100g olduğutespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Bisküvi örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına göre demir miktarı üzerine ikame maddeler, ikame oranı ve '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonları önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre keten tohumu içeren bisküvilerde demir miktarı en yüksek değer olarak bulunurken bunu sırasıyla susam ve menengiç içeren bisküviler takip etmiştir. Bisküvilerde ikame oranının artmasıyla bisküvilerin demir miktarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.25).

Bisküvi örneklerinde demir miktarı üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonu incelendiğinde % 5 seviyesinde susam ve menengiç ilavesi ile bisküvinin demir içeriğinin kontrol örneğe göre azaldığı tespit edilmiştir. Keten tohumunun artan ikame oranı ile bisküvilerin demir seviyesinde artış olduğu görülmüştür (Şekil 4.29).



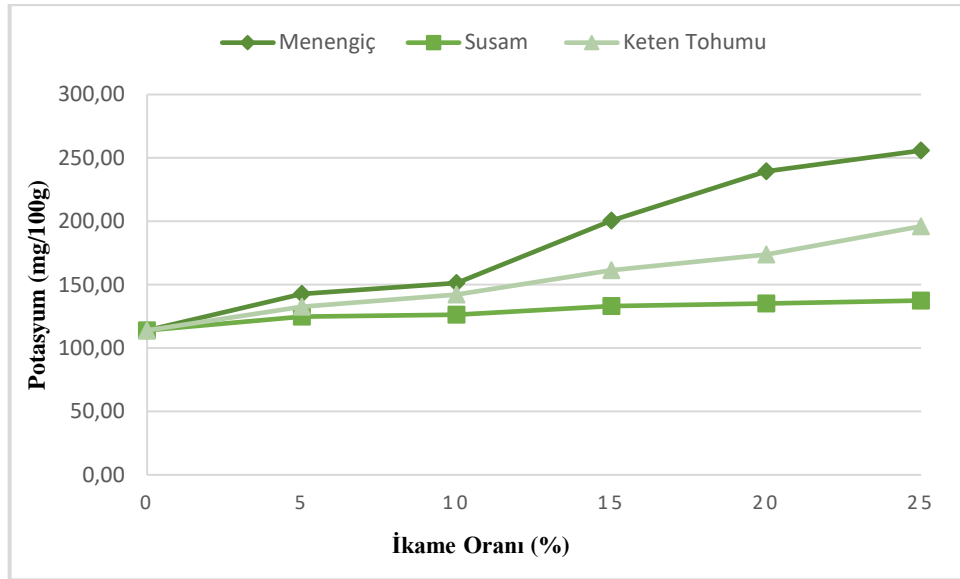
Şekil 4.29. Bisküvi örneklerinde demir miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonu

Potasyum: Keten tohumu, menengiç ve susam ilave edilmiş bisküvilere ait potasyum miktarları Çizelge 4.22' de gösterilmiştir. Bisküvi örneklerinin potasyum içeriği 114.0 - 255.80 mg/100g aralığında değişmekte olup, ortalama 155.28 ± 42.15 mg/100g değer aldığı bulunmuştur.

Varyans analiz sonuçlarına göre bisküvilerin potasyum miktarı ikame maddeler, ikame oranı ve 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonları istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Bisküvi örneklerinin mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre menengiç ilaveli bisküvilerin potasyum içeriği susam ve keten tohumu ilaveli bisküvilere göre daha yüksek çıkarken, susam ve keten tohumu içeren bisküvilerin potasyum içeriklerinde istatistiki bir fark görülmemiştir. İkame oranının % 0' dan % 25' e çıkmasıyla bisküvilerin potasyum miktarında artma gözlenmiştir (Çizelge 4.25).

Bisküvi örneklerinin potasyum miktarı artan ikame oranı ile artış göstermiştir. Formülasyondaki menengiç ikame oranı % 10 seviyesinden sonra bisküvi örneklerinin potasyum içeriğinde hızlı artış tespit edilmiştir (Şekil 4.30). Bu durum menengiçin susam ve keten tohumuna kıyasla daha yüksek potasyum içermesiyle açıklanabilir (Çizelge 4.1).



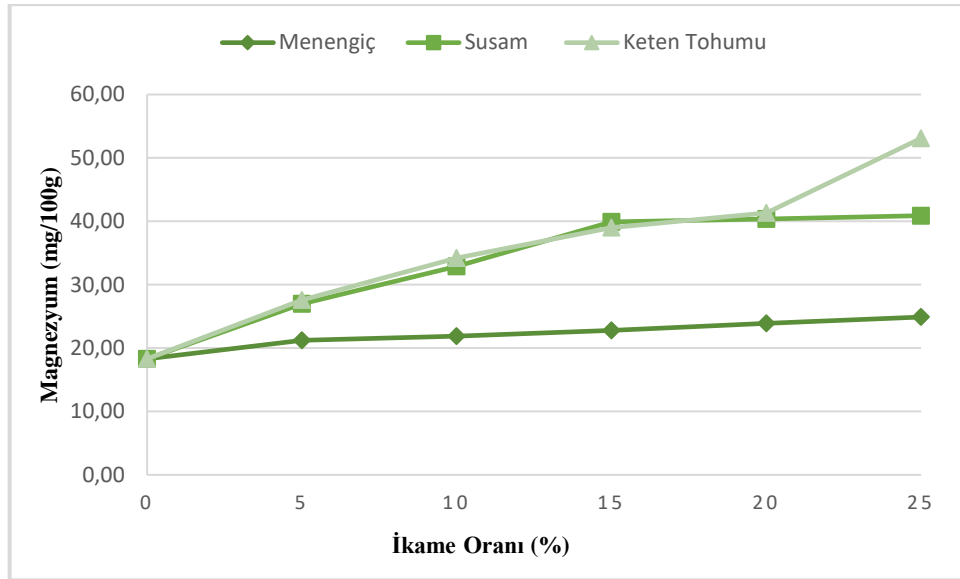
Şekil 4.30. Bisküvi örneklerinde potasyum miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonu

Magnezyum: Bisküvi örneklerine ait magnezyum miktarı 18.30 – 53.10 mg/100g aralığında bulunmuştur. Bisküvilerin ortalama magnezyum içeriği ise 30.32 ± 10.21 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.24' te bisküvi örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına göre magnezyum miktarı üzerine ikame maddeler, ikame oranı ve 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksyonları istatistiki olarak $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin magnezyum miktarı en yüksekten en düşüğe sırasıyla keten tohumu, susam ve menengiç ilaveli bisküvilerde bulunmuştur. Bisküvilerde ikame oranının artmasıyla bisküvilerin magnezyum miktarı 18.30 mg/100g' dan 39.23 mg/100g' a yükselmiştir (Çizelge 4.25).

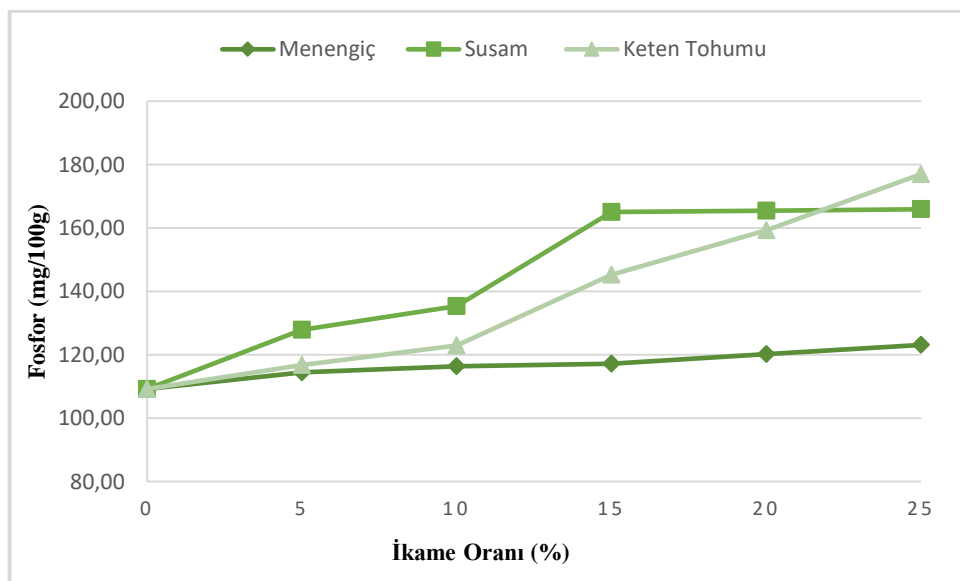
Şekil 4.31 incelendiğinde susam ve keten tohumu ilaveli bisküvilerin magnezyum içeriğinin menengiç ilaveli bisküvi örneklerinin magnezyum içeriğinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum susam ve keten tohumunun menengiçe kıyasla daha yüksek magnezyum içermesi ile açıklanabilir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.31. Bisküvi örneklerinde magnezyum miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonu

Fosfor: Keten tohumu, menengiç ve susam ilave edilmiş bisküvi örneklerinin fosfor miktarı 109.20 – 177.00 mg/100g arasında değişmekte olup, bisküvi örneklerinin ortalama fosfor değerleri 133.31 ± 23.21 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Bisküvi örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına göre fosfor miktarı üzerine ikame maddeler, ikame oranı ve 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonları istatistiksel olarak $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24).



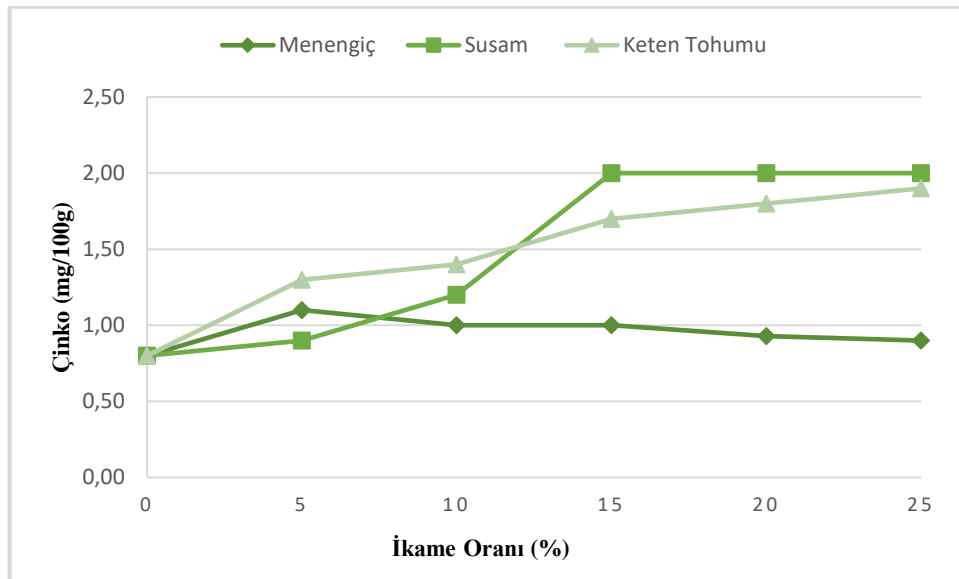
Şekil 4.32. Bisküvi örneklerinde fosfor miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonu

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre susam ilaveli bisküvilerde fosfor miktarı en yüksek değer bulunurken, bunu sırasıyla keten tohumu ve menengiç içeren bisküvi örnekleri takip etmiştir. Bisküvilere ikame oranının artmasıyla bisküvilerin fosfor miktarı 109.20 mg/100g' dan 155.33 mg/100g' a çıkmıştır (Çizelge 4.25). Bisküvilerin artan ikame madde oranı ile fosfor içeriklerinde artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.32).

Çinko: Bisküvi örneklerine ait çinko miktarları incelendiğinde bisküvilerin çinko içeriği 0.80 – 2.00 mg/100g aralığında olup, ortalama miktarı 1.31 ± 0.47 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Bisküvi örneklerinin çinko miktarına ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde, çinko miktarı üzerine ikame oranı $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunurken, ikame maddeler ve 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonları önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Bisküvi örneklerinin mineral madde değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre menengiç ilaveli bisküvilerde çinko miktarı keten tohumu ve susam ilaveli bisküvilere göre daha düşük bulunurken, keten tohumu ve susam ilaveli bisküvilerin çinko içeriklerinde istatistiki bir fark görülmemiştir. Bisküvilerde ikame oranının artmasıyla bisküvilerin çinko içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.25).



Şekil 4.33. Bisküvi örneklerinde çinko miktarı üzerinde etkili 'ikame maddeler x ikame oranı' interaksiyonu

Bisküvi örneklerinde çinko miktarı üzerinde etkili '*ikame maddeler x ikame oranı*' interaksiyonu incelendiğinde menengiç ikame oranı % 5 seviyesinde olan bisküvi örneklerinin çinko miktarının en yüksek seviyeye ulaştığı, ancak % 5 ikame oranından sonra çinko miktarının azalma trendine girdiği tespit edilmiştir. Formülasyona % 15, 20 ve 25 oranında susam ikamesi ile bisküvilerin çinko miktarının o aralıkta sabit kaldığı görülmüştür. Keten tohumu ilaveli bisküvi örneklerinin artan ikame oranı çinko miktarının arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.33).

El-enzi ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa % 0, 20, 30 ve 40 seviyesinde yağı alınmış susam unu ikame edilmiş bisküvi üretilmiştir. Bisküvilere ait mineral madde değerleri oranlara göre sırasıyla Ca; 20.51 mg/100g, 82.02 mg/100g, 89.26 mg/100g, 128.13 mg/100g, P; 224.06 mg/100g, 248.20 mg/100g, 267.15 mg/100g, 298.10 mg/100g, Mg; 74.40 mg/100g, 120.91 mg/100g, 135.91 mg/100g, 149.38 mg/100g, Fe; 0.92 mg/100g, 1.55 mg/100g, 2.93 mg/100g, 3.21 mg/100g, Zn; 0.77 mg/100g, 1.65 mg/100g, 2.59 mg/100g, 2.92 mg/100g, K; 178.3 mg/100g, 223.42 mg/100g, 280.06 mg/100g, 391.0 mg/100g olarak rapor edilmiştir.

Nnam ve Nwokocha (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, % 70 susam, % 15 acha (*Digitaria exilis*) ve % 15 ekmek meyvesi unu (*Artocarpus atilis*) içeren bisküvilerin 2.17 mg/100g çinko, 39.00 mg/100g magnezyum, 87.67 mg/100g fosfor, 106.33 mg/100g kalsiyum içerdiği rapor edilmiştir.

4.2.4. Duyusal analizler

Duyusal analizler % 100 bisküvilik buğday unu ile hazırlanmış bisküvi örneklerinde ve % 5, 10, 15, 20 ve 25 oranında bisküvilik buğday ununa ikame edilmiş susam, menengiç ve keten tohumu ile hazırlanmış bisküvi örneklerinde yapılmıştır. Bisküvi örneklerinin renk, koku, tat (lezzet), görünüş, kırılgenlik ve genel beğeni bakımından 10 kişi tarafından duyusal analizi gerçekleştirilmiştir. Bisküvi örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.34' de verilmiştir.

Bisküvi örnekleri 1 - 5 puan arasında değerlendirmeye sunulan ortalama organoleptik değerleri; renk skorları 5.0 – 4.1, lezzet skorları 5.0 – 3.8, koku skorları 5.0 - 4.1, görünüş skorları 5.0 – 4.5, kırılgenlik skorları ise 5.0 – 4.4 aralığındadır (Şekil 4.34).

Duyusal açıdan en yüksek renk skorunu % 100 bisküvilik buğday unu ile hazırlanan bisküvi ve % 5 – 10 susam ile hazırlanan bisküvi örnekleri almıştır. Lezzet

ve kırılmalık bakımından en yüksek duyusal beğeni % 25 menengiç ilaveli bisküvi örnekleri alırken, kırılmalık bakımından % 20 – 25 susam ilaveli bisküvilerde yüksek skor almıştır. Duyusal analize tabi tutulan bisküvilerde görünüş bakımından en çok beğenilen bisküviler % 100 bisküvilik buğday unu ile hazırlanan bisküvi rneği ile % 5 susam ilaveli bisküvi rneği olmuştur. Tüm bisküvi örnekleri genel beğeni bakımından ayrıca değerlendirildiğinde % 25 keten tohumu ilave edilen bisküvi en az beğenilen örnek olmuştur. Duyusal değerlendirmeye tabi tutulan diğer bisküvi örnekleri hemen hemen birbirlerine çok yakın değerler almıştır. Bisküvi formülasyonuna menengiçin % 25 seviyesinde ve susamın % 10 seviyesine kadar ikame edilmesiyle bisküviler genel beğeni özellikleri bakımından birbirine benzer ve kabul edilebilir bulunmuştur.

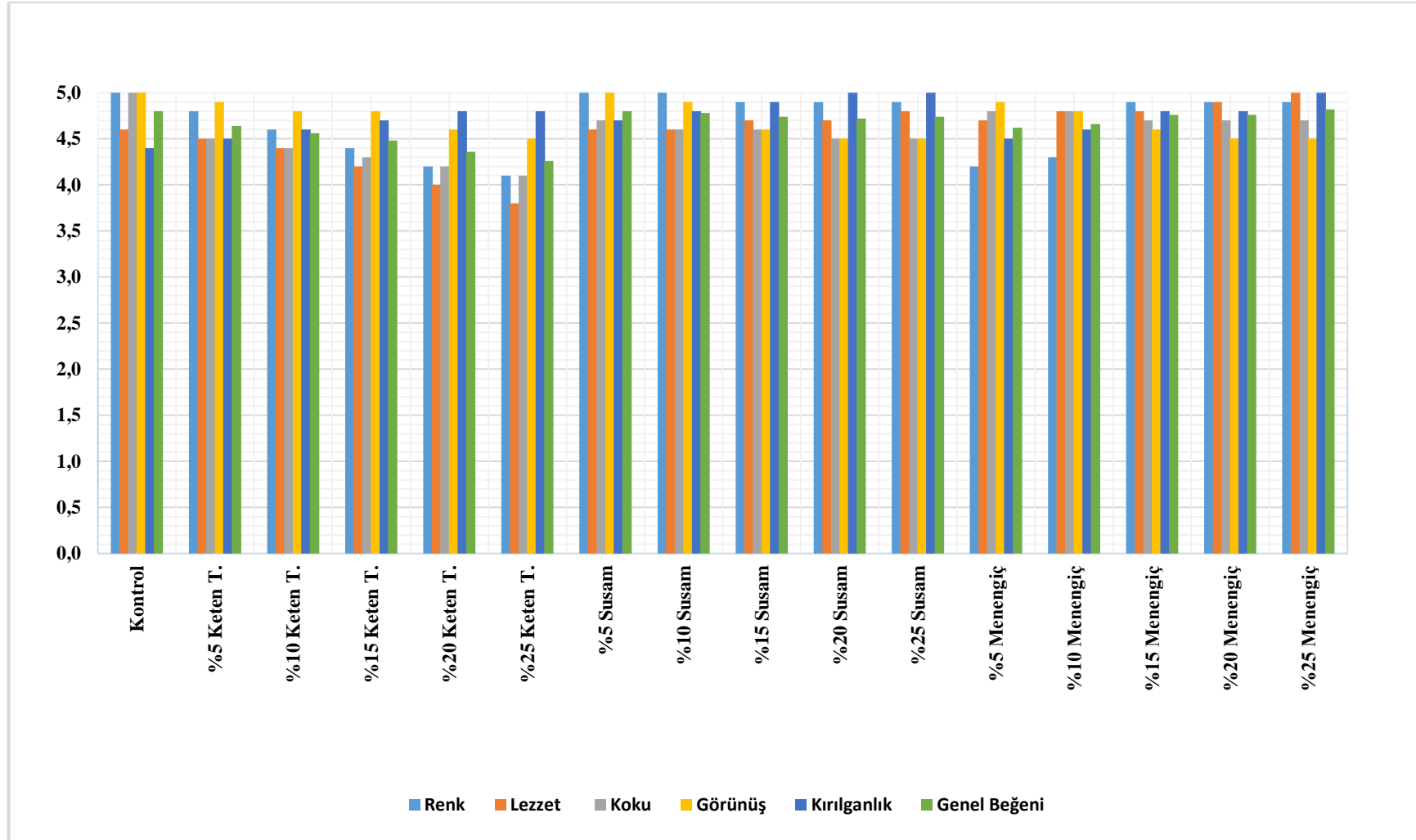
Bisküvi formülasyonunda keten tohumunun ikame oranının artmasıyla bisküvilerin renk, lezzet, koku, görünüş özellikleri daha düşük puan alırken, kırılmalık yüksek skor almıştır. Susamın bisküvi formülasyonuna ikame oranının artmasıyla lezzet ve kırılmalık özellikleri yüksek puanlar alırken, renk, koku ve görünüş kalite parametreleri düşük puanlar almıştır. Menengiç katkılı bisküvilerde ise artan ikame seviyesi ile renk, lezzet ve kırılmalık özellikleri yüksek puanlar alırken, koku ve görünüş özellikleri düşük puanlar almıştır.

Yapılan bir çalışmada susam tohumu ununun darı ununa % 10 seviyesinden daha fazla oranda ikamesi bisküvide arzu edilmeyen duyusal özelliklere yol açacağı belirtilmiştir (Ayo ve ark., 2010).

Yağı alınmış susam ununun buğday ununa % 10 seviyesinde ilave edilmesi duyusal açıdan kabul edilebilir bulunmuştur (Clerici ve ark., 2013).

Yapılan bir çalışmada, % 15 keten tohumu unu içeren bisküvilerin duyusal değerlendirmede % 100 buğday unu hazırlanan bisküviler ile iyi karşılaştırılabilir olduğu bulunmuştur (Ganorkar ve Jain, 2014).

Hussain ve ark. (2006) tarafından yapılan bir araştırmada buğday ununa farklı seviyelerde keten tohumu unu ilavesi ile bisküvi örneklerinin tat ve doku gibi kalite özelliklerinde düşme olduğu gözlenmiştir. Daha düşük seviyelerde keten tohumu katkısı ile bisküviler genel kabul edilebilirlik aldığı rapor edilmiştir.



Şekil 4.34. Bisküvi örneklerinin duysal analiz sonuçlarına ait grafik

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada menengiç (*Pistacia terebinthus*), susam (*Sesamum indicum*) ve keten tohumunun (*Linum usitatissimum*) bisküvi üretiminde formülasyona ilave edilmesi ile elde edilen bisküvilerin teknolojik ve besinsel özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada materyal olarak; menengiç, susam ve keten tohumunun bisküvilik yumuşak buğday unu ile yer değiştirmesiyle belirli oranlarda (%0 (kontrol), 5, 10, 15, 20, 25) formülasyona ilave edilerek, antioksidan özellikleri bulunan bu tohumlarla bisküvilerin fonksiyonel özelliklerinin artırılması sağlanmış, bisküvinin depolanması sırasında raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır.

Bisküviye ikame edilen susamın protein, yağ ve enerji değerinin diğer ikame maddelere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hammaddeler kül içerikleri bakımından incelendiğinde en düşük kül içeriği buğday ununda (% 0.52) bulunurken, en yüksek kül içeriği susamda (% 2.98) belirlenmiştir.

Bisküviye ikame edilen menengiç, susam ve keten tohumunun toplam fenolik madde ve mineral madde içeriğinin bisküvilik buğday ununa göre daha yüksek olduğu ve dolayısıyla bu ikame maddelerin bisküvilerin besin değerini arttırdığı belirlenmiştir.

Hammaddeler renk değerleri bakımından incelendiğinde en yüksek L* değeri bisküvilik buğday ununda (93.84); en düşük parlaklık değeri ise menengiçte (21.87) bulunmuştur. a* bakımından incelenen hammaddelerden en düşük a* değerini bisküvilik buğday unu (-0.35) alırken, en yüksek a* değerini keten tohumunun (8.03) aldığı tespit edilmiştir.

Bisküvi örneklerinde en yüksek parlaklık değerleri kontrol örneğinden elde edilmiş, parlaklık değerleri yağlı tohum ilavesiyle azalırken, a değerlerinde artış gözlenmiştir. Bisküvilere ikame edilen menengiç, susam ve keten tohumunun artan ikame seviyesi ile bisküvi örneklerinin çap değerinde artış, kalınlık değerinde azalma tespit edilmiştir. İlave edilen yağlı tohumlar sertlik ve kırılabilirlik değerlerinin de azalmasına sebep olmuş, keten tohumu diğer yağlı tohumlara göre daha yüksek sertlik ve kırılabilirlik değerleri vermiştir.

Bisküvilerde susam, menengiç ve keten tohumu ikame madde oranının artmasıyla bisküvilerin yağ ve enerji değerleri artarken, karbonhidrat miktarı azalmıştır. Susam ilave edilen bisküvilerin en yüksek protein içeriğine ulaştığı gözlenmiştir. Bisküvilerde ikame madde oranının artmasıyla protein içeriğinde artış olduğu

gözlenmiştir. Kül içeriği bakımından incelenen bisküvi örneklerinde menengiç ilaveli bisküvilerde düşük kül miktarı bulunurken, susam ve keten tohumu ilave edilen bisküvilerde daha yüksek kül miktarı tespit edilmiştir. Bisküvilerin ikame madde oranının artmasıyla toplam fenolik madde içeriğinde artış gözlenmiştir.

Bisküvilerin 6 aylık depolama süresince nem içeriklerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince (0, 2, 4 ve 6. aylar) keten tohumu ilave edilmiş bisküvilerde en yüksek % nem içeriği tespit edilmiştir. Bisküvilerin pH değeri depolama süresince azalmıştır. Keten tohumu ikame edilen bisküvilerde en yüksek peroksit değeri bulunurken, menengiç ilaveli bisküvilerde peroksit değeri daha düşük bulunmuştur. Bisküvilerin depolanma süresince peroksit değerlerinde azalma gözlenmiştir. İndüksiyon zamanları incelenen bisküvilerde, en yüksek indüksiyon süresi menengiç ilaveli bisküvilerde tespit edilmiş, en düşük indüksiyon süresi ise keten tohumu ilave edilmiş bisküvilerde gözlenmiştir. Menengiç, susam ve keten tohumu ikamesinin bisküvilerin teknolojik ve besinsel özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir.

Duyusal açıdan incelenen bisküvi örnekleri genel beğeni bakımından değerlendirildiğinde % 25 keten tohumu ilave edilen bisküvi en az beğenilen örnek olmuştur. Bisküvi formülasyonuna menengiçin % 25 seviyesinde ve susamın % 10 seviyesine kadar ikame edilmesiyle bisküviler genel beğeni özellikleri bakımından birbirine benzer ve kabul edilebilir bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- AACC, 1990. Approved methods of the AACC, 8th ed., American Association of Cereal Chemists, Saint Paul, MN.
- Abbas, S., Sharif, M. K. and Ejaz, R., 2016. Preparation of sesame flour supplemented high protein and energy food bars, *Biological Sciences-PJSIR*, 59(1), 20-32.
- Agar I. T., Kaska N. and Kafkas S., 1995. Characterization of lipids in Pistacia species grown in Turkey, *Acta Horticulturae*, 419, 417-422.
- Aksu P. ve Hışıl Y., 2005. Baharatların antioksidatif etkileri, *Akademik Gıda Dergisi*, 3(13), 20-25 .
- Aleem Zaker, M. D., Genitha, T. R. and Hashmi, S. I., 2012. Effects of defatted soy flour incorporation on physical, sensorial and nutritional properties of biscuits, *Journal of Food Processing and Technology*, 3(04), 1-4.
- Alobo, A.P., 2001. Effect of sesame seed flour on millet biscuit characteristics, *Plant Foods for Human Nutrition*, 56, 195–202.
- Altuntaş, E., Gül, E. N. ve Hüsne, G. Ö. K., 2020. Menengiç Meyve ve Tohumlarının Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(6), 1518-1528.
- Animashaun, O. H., Olorode, O. O., Sofunde, K. S. and Idowu, M. A., 2017. Quality evaluation of pasta fortified with roasted sesame flour, *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food*, 11(7), 29-34.
- Anuradha, K., Naidu, M. M., Manohar, R. S., and Indiramma, A. R., 2010. Effect of vanilla extract on radical scavenging activity in biscuits, *Flavour and Fragrance Journal*, 25(6), 488-492.

- Arepally, D., Reddy, R. S., Goswami, T. K., and Datta, A. K., 2020. Biscuit baking: A review, *LWT*, 109726.
- Aslam, H. K. W., Raheem, M. I. U., Ramzan, R., Shakeel, A., Shoaib, M., and Sakandar, H. A., 2014. Utilization of mango waste material (peel, kernel) to enhance dietary fiber content and antioxidant properties of biscuit, *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences*, 2(2), 76-81.
- Ayaz, D. A., 2008. Yağlı tohumların beslenmemizdeki yeri, Ankara, 7-17.
- Ayo, J. A., Ikuomola, D. S., Esan, Y. O., Onuoha, O. G., Ayo, V. A. and Ekele, V., 2010. Effect of added defatted beniseed on the quality of acha based biscuits, *Continental Journal Food Science and Technology*, 4, 7-13.
- Balestra, F., Verardo, V., Tappi, S., Caboni, M. F., Dalla Rosa, M. And Romani, S., 2019. Chemical and physical changes during storage of differently packed biscuits formulated with sunflower oil, *Journal of food science and technology*, 56(10), 4714-4721.
- Baltsavias, A., Jurgens, A. and Van Vliet, T., 1999. Fracture properties of short-dough biscuits: effect of composition, *Journal of Cereal Science*, 29(3), 235-244.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., and Sapirstein, H. D., 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82, 390-393.
- Bilgiçli, N., 2002. Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 16(30), 79-83.
- Bilgiçli, N. ve Soylu, S., 2016. Buğday ve un kalitesinin sektörel açıdan değerlendirilmesi, *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(2), 58-67.

- Borlu, M.H., 2009. Lavaş ekmeğine farklı seviyelerde keten (*Linum usitatissimum*) tohumu unu katkılanmasının hamur ve ekmek özellikleri üzerine etkisi, omega 3,omega 6 yağ asitleri ve lignan açısından değişimin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Bostanoğlu, G., 2015. Keten tohumu gamı kullanılarak üretilen bazı ürünlerin özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 3-46.
- Brennan, C., Brennan, M., Derbyshire, E. and Tiwari, B. K., 2011. Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods, *Trends in Food Science & Technology*, 22(10), 570-575.
- Brown, W. E. and Braxton, D., 2000. Dynamics of food breakdown during eating in relation to perceptions of texture and preference: a study on biscuits, *Food Quality and Preference*, 11(4), 259-267.
- Burnaz, N. A., Ertop, M. H. ve Karataş, Ş. M., 2018. Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı ile ekmeğin fenolik madde içeriğinin zenginleştirilmesi, *Gıda*, 43(2), 240-249.
- Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M. And Nicoli, M. C., 2015. Shelf-life Assessment of Food Undergoing Oxidation–A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(11), 1903–1912.
- Canalis, M. B., Valentinuzzi, M. C., Acosta, R. H., León, A. E. and Ribotta, P. D., 2018. Effects of fat and sugar on dough and biscuit behaviours and their relationship to proton mobility characterized by TD-NMR, *Food and Bioprocess Technology*, 11(5), 953-965.
- Certel, M., Erem, F. ve Karakaş, B., 2009. Farklı depolama koşullarında normal ve kepekli ekmeklerin mikrobiyolojik özellikleri, su aktivitesi ve sünme durumunun değişimi, *Gıda Dergisi* 34(6): 351-358.

- Chinma, C.E., Igbabul, B.D. and Omotayo, O.O., 2012. Quality characteristics of cookies prepared from unripe plantain and defatted sesame flour blends, *American Journal of Food Technology*, 7(7), 398 – 408.
- Choe, E. and Min, D. B., 2006. Mechanisms and factors for edible oil oxidation, *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 5(4), 169-186.
- Clerici, M. T. P. S., Oliveira, M. E. D. and Nabeshima, E. H., 2013. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim, *Brazilian Journal of Food Technology*, 16(2), 139-146.
- Conforti, F.D. and Davis, S.F., 2006. The effect of soya flour and flaxseed as a partial replacement for bread flour in yeast bread, *International Journal of Food Science and Technology*, 41(2), 95–101.
- Cornillon, P. and Salim, L. C., 2000. Characterization of water mobility and distribution in low- and intermediate-moisture food systems, *Magnetic Resonance Imaging*, 18(3), 335–341.
- Coşkun, M., 2020. Bisküvide yağ ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Çelik, M. ve Yıldırım, M., 2017. Amigdalın ve özellikleri, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1), 28-37.
- Dağdelen, A. ve Yüksel, Y., 2016. Yağlı tohum çeşidi ve transesterifikasyon yöntemlerinin biyoyakıt üretimine ve kalitesine etkileri, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı*, 107-117.
- Dalatu, I.S., Mohammed, B. and Umar, A., 2019. Determination of relationship between growth characteristics and seed yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) in

Sokoto, Nigeria, *International Journal of Agribusiness and Agricultural Sciences*, 7(1), 1-6.

Dalgıç, L., Sermet, O. S. ve Özkan, G., 2011. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Menengiç Yağ Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*.

Dave Oomah B., 2001. Flaxseed as a functional food source, *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 81(9), 889–894.

Demir, M., 2015. Bisküvi üretiminde tam buğday unu ve paçallarının kullanımı, *Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 100-107.

Demirel, H. ve Demir, M. K., 2018. Farklı turunçgillerden elde edilen albedoların bisküvi üretiminde kullanımı, *Gıda*, 43(3), 501-511.

Dıraman, H. ve Baydır, A. T., 2017. Yağların oksidasyon kararlılıklarının tespit edilmesinde kullanılan hızlandırılmış stabilite metotları ve bu metotların karşılaştırılması, *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (18), 34-41.

Doğmuş, D. ve Durucasu, İ., 2013. Keten tohumu çeşitlerinin N-Bütanol fraksiyonlarının fenolik bileşenlerinin antioksidan aktivitesi, *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 9.1, 47-56.

El-Enzi, S. M. Andigani, N. M., Al-Tamimi, N. A. and Gabr, G. A., 2018. Physico chemical and sensory evaluation of the fortified biscuits with sesame cake flour, *Asian Food Science Journal*, 1-8.

Elgün, A., Ertugay, Z. and Certel M., 1990. Corn bulgur: effects of corn maturation stage and cooking form on bulgur-making parameters and physical and chemical properties of bulgur products, *Cereal Chem.*, 67(1), 1-6.

Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniv. Zir.Fak., Yayın No: 297, (2. Baskı) Erzurum, 481.

- Escamilla-Silva, E. M., Guzmán-Maldonado, S. H., Cano-Medinal, A. and González-Alatorre, G., 2003. Simplified process for the production of sesame protein concentrate. Differential scanning calorimetry and nutritional, physicochemical and functional properties, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(9), 972-979.
- Ergenekon, M., 2018. Farklı ön işlemlere tabi tutulmuş menengicin, dondurmaların antioksidan kapasiteleri ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa.
- Ertaş, N., 2007. Yemelik baklagiller ve antibesinsel faktörler, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(41), 85-95.
- Ertaş, N. ve Aslan, M., 2020. A study on the potential of using melon wastes in biscuit production, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(5), 1216-1224.
- Ertaş, N. ve Aslan, M., 2020. Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 19(2), 177-184.
- Ertuğ, F., 1998. Anadolu'nun önemli yağ bitkilerinden Ketan/Linum ve Izgm/Eruca, *TÜBA-AR I*, 113-127.
- Esmâ, T. A. Ş., Türker, S. ve Ertaş, N., 2016. Bazı kabartıcı kombinasyonlarının bisküvinin kalitatif özelliklerine etkisi, *Gıda*, 41(2), 99-106.
- FAO, 2019. <http://www.fao.org/home/en/>, [Ziyaret Tarihi: 13.07.2019].
- Francis, F.J., 1998. Colour Analysis. In Nielsen S.S. (Ed.), *Food Analysis*. An Aspen Publishers: Maryland, Gaithersnurg, USA., 599-612.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999. Antioxidant activity in

soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, (76): 1445-1447.

- Gandhi, A. P. and Taimini, V., 2009. Organoleptic and nutritional assessment of sesame (Sesame indicum, L.) biscuits, *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2(2), 87-92.
- Ganorkar, P. M. and Jain, R. K., 2014. Effect of flaxseed incorporation on physical, sensorial, textural and chemical attributes of cookies. *International Food Research Journal*, 21(4).
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D. and Mazza, G., 2002. Wheat quality: antioxidant activity of wheat millstreams, in: wheat quality elucidation, eds. P. Ng and C. W. Wrigley, AACCC International: St. Paul. MN., 219-233.
- Granato, D. and Ellendersen, L. D. S. N., 2009. Almond and peanut flours supplemented with iron as potential ingredients to develop gluten-free cookies, *Food Science and Technology*, 29(2), 395-400.
- Güler, D., Saner, G. ve Naseri, Z., 2017. Yağlı tohumlu bitkiler ithalat miktarlarının arıma ve yapay sinir ağırları yöntemleriyle tahmini, *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 03(01), 60-70.
- Gülsoy, S., Özkan, G., Özkan, K. ve Genç, M., 2013. Menengiç (*Pistacia terebinthus* L. subsp. palaestina (Boiss.) Engler) meyvelerinin bazı fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri üzerine ekolojik faktörlerin etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A*, 14(1), 15-23.
- Gültekin, H. C., Deligöz, A., Yıldız, D., Gültekin, Ü. G. ve Genç, M., 2007. Ekim Zamanı ve Soğuk Katlamanın Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) Tohumlarında Çimlenme Yüzdesine Etkisi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 225-231.
- Gürsu, Ö., Ercan, R. ve Denli, E., 1997. Soya unu katkısının bisküvi kalitesine ve raf ömrüne etkisi, *Gıda*, 22(2).

- Haug, W. and Lantzsch, H.J., 1983. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal product, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (34): 1423-1426.
- Hayoğlu, İ., İzol, G., Gümüő, A., Göncü, B. ve Çevik, G.B., 2010. Menengicin Şekerleme üretiminde kullanım olanakları, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(4), 57-62.
- Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S. and Savage, G. P., 2018. Quality properties of puffed corn snacks incorporated with sesame seed powder, *Food science & nutrition*, 6(1), 85-93.
- Herchi, W., Boukhchina, S., Kallel, H. et al., 2012. A review of the methods used in the determination of flaxseed components, *African Journal of Biotechnology*, 11(4), 724-731.
- Hussain, S., Anjum, F. M., Butt, M. S., Khan, M. I. and Asghar, A., 2006. Physical and sensoric attributes of flaxseed flour supplemented cookies, *Turkish Journal of Biology*, 30(2), 87-92.
- Hussain, S., Anjum, F.M., Butt, M.S. ve Sheikh, M.A., 2008. Chemical compositions and functional properties of flaxseed flour, *Sarhad J. Agric.*, 24(4), 649-653.
- İőleröđlu, H., Yıldırım, Z. ve Yıldırım, M., 2005. Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu, *G.O.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 23-30.
- Kadıoğlu, Y., 2009. Türkiye’de tüketilen bisküvi ve kek tipi ürünlerde kullanılan yağların bileőim, reolojik ve mikroskobik özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Kakilli Acaravcı, S. ve Ergüven, O.C., 2015. Yağlı tohumlar ve bitkisel yağ sektörünün finansal analizi: hatay ilinde bir uygulama, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(29), 258-282.

- Kajihaua, O. E., Fasasi, R. A. and Atolagbe, Y. M., 2014. Effect of different soakingtime and boiling on the proximate composition and functional properties of sprouted sesame seed flour, *Nigerian Food Journal*, 32(2), 8-15.
- Kanmaz, E. Ö. ve Gülden, O. V. A., 2012. Keten Tohumunun Yapısındaki Fenolik Bileşikler. *Akademik Gıda*, 10(4), 85-90.
- Karataş, G., 2015. Susam tohumuna uygulanan ön işlemlerin kalite özellikleri ve yağ verimine etkisi, Doktora Tezi, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Kaya, S., Bakkalbaşı, E. ve Cavidoğlu, İ., 2017. Fındık, zeytin ve pamuk yağlarında peroksit oluşum kinetiği, *Akademik Gıda*, 15(1), 36-42.
- Khouryieh, H. and Aramouni, F., 2012. Physical and sensory characteristics of cookies prepared with flaxseed flour, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(11), 2366-2372.
- Kissell, L. T., Pomeranz, Y. and Yamazaki, W. T., 1971. Effects of flour lipids on cookie quality, *Cereal Chemistry*, 48(655), 1971.
- Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, M.D. ve İşler, N., 2006. Yağlı tohumlu bitkiler üretimi, *Tarım ve Mühendislik*, Sayı: 78-79, 65-78.
- Köten, M. and Satouf, M., 2019. Farklı formülasyonlarda kahvaltılık zahter üretimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi, *Gıda*, 44(3), 513-522.
- Köten, M. and Ünsal, A. S., 2021. Nutritional, chemical and cooking properties of noodles enriched with terebinth (*Pistacia Terebinthus*) fruits roasted at different temperatures, *Food Science and Technology*, (AHEAD).
- Kumar, P. P., Manohar, R. S., Indiramma, A. R. and Krishna, A. G., 2014. Stability of oryzanol fortified biscuits on storage. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2552-2559.

- Kurt, O. 1996. Ketenin (*Linum Usitatissimum* L.) üretimi ve kullanım alanları, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 189-194.
- Laguna, L., Varela, P., Salvador, A. N. A., Sanz, T. and Fiszman, S. M., 2012. Balancing texture and other sensory features in reduced fat short-dough biscuits, *Journal of Texture Studies*, 43(3), 235-245.
- Laubli M. W., Bruttel P. A. and Schalch E., 1988. Determination of the oxidative stability of fats and oils comparison between active oxygen method (AOM) and Rancimat method. *Fat Sci. Technol*, 90, 56–58.
- Lee, S. and Inglett, G. E., 2006. Rheological and physical evaluation of jet-cooked oat bran in low calorie cookies, *International Journal of Food Science & Technology*, 41(5), 553-559.
- Madenci, A. B., 2017. Besinsel lif ve antioksidan maddece zengin bileşenlerin yaş makarnanın bazı kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 62-153.
- Makinde, F. M. And Akinoso, R., 2014. Physical, nutritional and sensory qualities of bread samples made with wheat and black sesame (*Sesamum indicum* Linn) flours, *International Food Research Journal*, 21(4), 1635.
- Magda, R. A., Awad, A. M. and Selim, K. A., 2008. Evaluation of mandarin and navel orange peels as natural sources of antioxidant in biscuits, In *Alex. Journal of Food Science and Technology. Special Volume Conference*, 75-82.
- Mamat, H., Hardan, M. O. A. and Hill, S. E., 2010. Physicochemical properties of commercial semi-sweet biscuit, *Food Chemistry*, 121(4), 1029-1038.
- Manley, D., 2000. Technology of biscuits, crackers and cookies (3rd ed.), Woodhead Publishing Ltd., İngiltere, 1-311.

- Mildner-Szkudlarz, S., Zawirska-Wojtasiak, R., Obuchowski, W. and Gośliński, M., 2009. Evaluation of Antioxidant Activity of Green Tea Extract and Its Effect on the Biscuits Lipid Fraction Oxidative Stability, *Journal of Food Science*, 74(8), S362–S370.
- Mokhber, M., Keshavarz, S. A., Shidfar, F., Nazem Bokaei, Z. and Eftekhari, Z., 2019. Effect of Roasting Process on Sesamin and Sesamol Contents of Sesame (*Sesamum indicum* L.) from Different Parts of Iran, *Research Journal of Pharmacognosy*, 6(4), 37-43.
- Moraes, É. A., Dantas, M. I. D. S., Morais, D. D. C., Silva, C. O. D., Castro, F. A. F. D., Martino, H. S. D. and Ribeiro, S. M. R., 2010. Sensory evaluation and nutritional value of cakes prepared with whole flaxseed flour. *Food Science and Technology*, 30(4), 974-979.
- Nalbant, V. G., 2010. Yemlerde kullanılan bazı yağlı tohumların mikrodalga ile işlenmesinin besin madde kompozisyonu ve in vitro organik madde sindirilebilirliği üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, 1-23.
- Namiki, M., 1995. The chemistry and physiological functions of sesame, *Food Reviews International*, 11(2), 281-329.
- Nas, S., Gökalp, H. Y. ve Ünsal, M., 1998. Bitkisel yağ teknolojisi, Pamukkale Üniversitesi Yayınları, No; 5, Denizli.
- Nnam, N. M. and Nwokocho, M. O., 2003. Chemical and organoleptic evaluation of biscuits made from mixtures of hungry rice, acha (*Digitaria exilis*) sesame; (*Sesamum indicum*); and breadfruit (*Artocarpus atilis*) flours, *Plant Foods for Human Nutrition*, 58(3), 1-11.
- Olagunju, A. I. and Ifesan, B. O. T., 2013. Nutritional composition and acceptability of cookies made from wheat flour and germinated sesame (*Sesamum indicum*) flour blends, *Current Journal of Applied Science and Technology*, 702-713.

- Onat, B., Arıoğlu, H., Güllüoğlu, L., Kurt, C. ve Bakal, H., 2017. Dünya ve Türkiye’de yağlı tohum ve ham yağ üretimine bir bakış, *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20 (Özel Sayı), 149-153.
- Ory, R. L. and Conkerton, E. J., 1983. Supplementation of bakery items with high protein peanut flour, *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 60(5), 986-989.
- Öksüz, A., Bahadırlı, N. P., Yıldırım, M. U. ve Sarıhan, E. O., 2015. Farklı keten tür ve çeşitlerinin besin bileşenleri, yağ asitleri ve mineral içeriklerinin karşılaştırılması, *Journal of Food and Health Science* 1(3), 124-134.
- Özçelik, M. M., 2016. Bitkisel kaynaklı bazı fonksiyonel gıdalar, *Research Journal of Biology Sciences*, 9(1), 57-68.
- Özcan, M., 2004. Characteristics of fruit and oil of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) growing wild in Turkey, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (84), 517–520.
- Özkılıç, S. Y., 2017. Soğuk pres yağ üretiminde sitrik asit ve enzim ilavesinin verim ve yağın bazı özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Öztürk, A. B., 2016. Bitkisel yağ imalatı sektörü, *Türkiye İş Bankası: İktisadi Araştırmalar Bölümü*, 4-27.
- Pareyt, B. and Delcour, J. A., 2008. The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies, *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 48(9), 824-839.
- Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M. and Delcour, J. A., 2009. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties, *Journal of Food Engineering*, 90(3), 400-408.

- Pekşen, E. ve Artık, C., 2005. Antibesinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri, *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(2), 110-120.
- Prakash, K., Naik, S. N., Vadivel, D., Hariprasad, P., Gandhi, D. and Saravanadevi, S., 2018. Utilization of defatted sesame cake in enhancing the nutritional and functional characteristics of biscuits, *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(9), e13751.
- Rai, B. S., Shukla, S., Kishor, K., Singh, H. And Dey, S., 2017. Quality characteristics of biscuits produced from composite flour of wheat, maize and sesame seed, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4), 2011-2015.
- Reddy, V., Urooj, A. and Kumar, A., 2005. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application in biscuits, *Food Chemistry*, 90(1-2), 317–321.
- Rendon-Villalobos, R., Ortíz-Sánchez, A., Solorza-Feria, J. and Trujillo-Hernández, C. A., 2012. Formulation, physicochemical, nutritional and sensorial evaluation of corn tortillas supplemented with chía seed (*Salvia hispanica* L.), *Czech Journal of Food Science*, 30(2), 118–125.
- Romani, S., Tappi, S., Balestra, F., Rodriguez Estrada, M. T., Siracusa, V., Rocculi, P. and Dalla Rosa, M., 2014. Effect of different new packaging materials on biscuit quality during accelerated storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(8), 1736–1746.
- Romani, S., Rocculi, P., Tappi, S. and Dalla Rosa, M., 2016. Moisture adsorption behaviour of biscuit during storage investigated by using a new Dynamic Dewpoint method, *Food Chemistry*, 195, 97-103.
- Rusmarilin, H., Lubis, Z., Lubis, L. M. and Barutu Y. A. P., 2019. Potential of natural antioxidants of black cumin seed (*Nigella sativa*) and sesame seed (*Sesamum indicum*) extract by microencapsulation methods, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 260 (2019) 012097, 1-7.

- Sakač, M., Torbica, A., Sedej, I. and Hadnađev, M., 2011. Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours, *Food Research International*, 44(9), 2806-2813.
- Schakel, S. F., Buzzard, I. M. and Gebhard, S. E., 1997. Procedures for estimating nutrient values for food composition databases, *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 102-114.
- Seçer, A., 2016. Türkiye’de susam üretim ve dış ticaretinde gelişmeler, *Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.*, 31, 27-36.
- Şęczyk, Ł., Świeca, M., Dziki, D., Anders, A. and Gawlik-Dziki, U., 2017. Antioxidant, nutritional and functional characteristics of wheat bread enriched with ground flaxseed hulls, *Food Chemistry*, 214, 32-38.
- Sertakan, S. G., 2006. Bisküvi ve kraker üretiminde tritikale ununun kullanım olanakları, Doktora Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Trakya, 77-116.
- Skujins, S., 1998. Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), A short guide to Vista series ICP – AES operation, Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland
- Singh, K.K., Mridula, D., Jagbir Rehal and Barnwal, P., 2011. Flaxseed: A potential source of food, feed and fiber, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 210-222.
- Şahin, G., 2014. Türkiye’de üretimi azalan önemli bir yağ bitkisi susam, *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 404,431.
- Şeker, İ. T., Gökbulut, İ., Öztürk, S., Özbaş, Ö. Ö. and Köksel, H., 2006. Enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımı, *Türkiye*, 9, 157-160.
- Tamay, Ş.S., 2005. Soya unu ve bazı soya ürünlerinin çeşit ekmeklerin ve kekin kalite özelliklerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1-100.

- Tan, A.Ş., 2007. Susam tarımı, *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü*, Çiftçi Broşürü, No:135, İzmir.
- Tanman, D., 2009. Tekirdağ koşullarında kışlık ekim zamanlarının bazı keten (*Linum usitatissimum L.*) çeşitlerinin verim ve verim özelliklerine etkisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, 1-6.
- Tańska, M., Roszkowska, B., Skrajda, M. and Dąbrowski, G., 2016. Commercial cold pressed flaxseed oils quality and oxidative stability at the beginning and the end of their shelf life, *Journal of Oleo Science*, 65(2), 111-121.
- Uygur, A., 2014. Infrared (kızılötesi) uygulamasının keten tohumunun kimyasal ve duyuşal özellikleri ile siyanojenik glukozid içeriğine etkisi ve işlenmiş keten tohumunun tarhanada kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çanakkale, 1-126.
- Üçüncü, Y., 2009. Fındık ezmesine keten tohumu ve soya unu katılarak zenginleştirilmiş ürün eldesi, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya, 23-44.
- Ünüvar, A., 2013. Menengiç (*Pistacia Terebinhus L.*) ve bazı ekmek katkı maddelerinin hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, 19-84.
- Vasanthan, V., Geetha, R., Menaka, C., Vakeswaran, V. and Parameswari, C., 2019. Study on effect of nipping and foliar spray on seed yield of sesame var. TMV 7., *International Journal of Chemical Studies*, 7(3), 4180-4183.
- Yalçın, S., 2018. Kraker üretiminde sarı haşhaş ezmesi kullanımının bazı fiziksel özellikler ve fenolik madde miktarı üzerine etkisi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 523-528.

- Yalçın, S., 2018. Haşhaş ezmesi çeşidinin bisküvi kalite karakteristikleri üzerine etkisi, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 74-78.
- Yıldırım, M.U. ve Arslan, N., 2013. Seçilmiş keten (*Linum usitatissimum* L.) hatlarının bazı bitkisel özelliklerinin karşılaştırılması, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22 (2), 59-68.
- Yüksel, F., Akdoğan, H.B. ve Çağlar, S., 2018. Keten tohumu ile zenginleştirilmiş eriştelerin fizikokimyasal, duyusal, pişme özellikleri ve yağ asidi kompozisyonun belirlenmesi, *Gıda*, 43(2), 222-230.
- Wilson, L., 2016. Spices and flavoring crops: fruits and seeds, in: Caballero, B., Finglas, P.M. and Toldrá, F. (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health*, Academic Press, Oxford, 73-83.