

**FINDIK VE SUSAM POSALARINDAN
ÜRETİLEN PROTEİN KONSANTRELERİNİN
GIDA ÜRÜNLERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Harun Sami ÇİFTÇİ

Yüksek Lisans Tezi

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hasan Murat VELİOĞLU

Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim GÜLSEREN

2018

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FINDIK VE SUSAM POSALARINDAN ÜRETİLEN PROTEİN
KONSANTRELERİNİN
GIDA ÜRÜNLERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

HARUN SAMİ ÇİFTÇİ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. HASAN MURAT VELİOĞLU
EŞ DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ İBRAHİM GÜLSEREN

TEKİRDAĞ – 2018

Her hakkı saklıdır

Bu tez **TÜBİTAK – 3501 Kariyer Geliştirme Programı** tarafından **1150569** numaralı proje ile desteklenmiştir.

Doç. Dr. Hasan Murat VELİOĞLU danışmanlığında ve Dr. Öğr. Üyesi İbrahim GÜLSEREN eş danışmanlığında Harun Sami ÇİFTÇİ tarafından hazırlanan “Fındık ve Susam Posalarından Üretilen Protein Konsantrelerinin Gıda Ürünlerinde Değerlendirilmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. H. Murat VELİOĞLU

İmza:

Üye: Doç. Dr. Hacı Ali GÜLEÇ

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi A. Şükrü DEMİRCİ

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Kadir Gürbüz GÜNER

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim PALABIYIK

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FINDIK VE SUSAM POSALARINDAN ÜRETİLEN PROTEİN KONSANTRELERİNİN GIDA ÜRÜNLERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Harun Sami ÇİFTÇİ

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hasan Murat VELİOĞLU

Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim GÜLSEREN

Dünyada sürekli artmakta olan protein talebi, hayvansal proteinlere ek olarak bitkisel proteinlerin de değerlendirilmesi zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde faaliyet gösteren soğuk pres yağ sanayii yan ürünleri arasında yer alan fındık ve susam posalarından üretilen protein konsantrelerinin köfte ve mayoneze ait kalite özelliklerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla; soğuk pres yöntemi ile yağı alınmış fındık ve susam posalarından alkali ekstraksiyonu izo elektrik çöktürme yöntemiyle saflaştırılmış fındık ve susam protein konsantreleri elde edilmiştir. Üretilen fındık ve susam protein konsantrelerinin temel fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri (çözünürlük, emülsiyon, köpük oluşturma yağ ve su tutma kapasitesi ve elemental içerik) incelenerek farklı oranlarda (%5,%10, %15 ve %20 (w/w) ilavesinin mayonez ve köftedeki fizikokimyasal ve duyuşal özellikler (tekstür, boyut, renk, emülsiyon, duyuşal, reolojik, su ve yağ salma özellikleri) üzerine etkisi incelenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar ile karşılaştırıldığında en yüksek köpük oluşturma kapasitesi %123,86 (w/w) değeri ile susam proteininde bulunmuştur. Laboratuvar analiz sonuçları, farklı oranlarda fındık ve susam protein konsantreleri ile üretilmiş gıda ürünlerini duyuşal analiz denemelerinde panelistler tarafından tercih edilen %5 (w/w) Susam protein konsantresi içeren köfte ve mayonezin kabul testi doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Soğuk Pres, Köfte, Mayonez

2018, 69 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

EVALUATION OF PROTEIN CONCENTRATES PRODUCED FROM HAZELNUT AND SESAME POSITION IN FOOD PRODUCTS

Harun Sami ÇİFTÇİ

Namık Kemal University

Graduate School of Natural And Applied Sciences

Department of Agricultural Biotechnology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hasan Murat VELİOĞLU

Co-Supervisor: Dr. İbrahim GÜLSEREN

The ever-increasing demand for proteins in the world suggests the necessity of evaluating plant proteins in addition to animal proteins. In this study, the effects of protein concentrates produced from hazelnut and sesame seeds on the quality characteristics of meatballs and mayonnaise were investigated. For this purpose, purified hazelnut and sesame protein concentrate was obtained by isoelectric precipitation of alkaline extraction from hazelnut and sesame pulps extracted with cold pressing method. The basic physicochemical and functional properties (solubility, emulsion and foam formation capacity, oil and water retention and elemental content) of hazelnut and sesame protein concentrates produced are examined at different ratios (5%, 10%, 15% and 20% (w/w) and the physicochemical and sensory properties (texture, size, color, emulsion, sensory, rheological, water and fat releasing properties) of the meatballs. Compared with the studies in the literature, the highest foaming capacity was found in sesame protein with a value of 123,86 % (w/w). Laboratory analysis results confirmed the acceptance test of meatballs and mayonnaise containing 5% (w/w) Sesame protein concentrate preferred by panelists in sensory analysis experiments of food products produced with nutrient and sesame protein concentrates at different ratios.

Keywords: Cold Press, Meatballs, Mayonnaise

2018, 69 pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÇİZELGE DİZİNİ	vi
ŞEKİL DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI	3
2.1. Fındığın Biyokimyasal Özellikleri	4
2.2. Susamın Biyokimyasal Özellikleri	7
2.3. Proteinlerin Fonksiyonel Özellikleri	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Susam Posası	11
3.1.2. Fındık Posası	11
3.1.3. Lowry Protein Kiti.....	12
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Fındık ve Susam Posalarından Proteinlerin İzoelektrik Çökeltme Yöntemi ile İzolasyonu.....	12
3.2.2. Protein Konsantrelerinin Dondurulularak Kurutulması	14
3.2.3. Fındık ve Susam Protein Konsantrelerinin Fonksiyonel Özelliklerinin Analizi	14
3.2.3.1. Protein Konsantrelerinin Kuru Madde Tayini	15
3.2.3.2. Protein Konsantrelerinin Kül Tayini	15
3.2.3.3. Protein Konsantrelerinin Protein Miktarı Analizi	16
3.2.3.4. İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrofotometresi (ICP-OES) ile Elemental Analizi	17
3.2.3.5. Numunelerin su tutma kapasitesinin belirlenmesi.....	19
3.2.3.6. Numunelerin Yağ Tutma Kapasitesi Belirlenmesi	19
3.2.3.7. Emülsiyon Aktivite İndeksi (EAI) ve Emülsiyon Stabilite İndeksinin (ESI) Belirlenmesi.....	20
3.2.3.8. Köpük Kapasitesi ve Stabilitesinin Belirlenmesi	21
3.2.3.9. Protein Konsantrelerinin Çözünürlük Analizi	22
3.2.4. Fındık ve Susam Protein Konsantresinin Üretim Aşamaları.....	24
3.2.4.1. Fındık ve Susam Numunelerinin Tartımı ve Öğütülmesi.....	24

3.2.4.2. Toz Numunelerin Saf Su İlave Edilerek Dispersiyonu ve Homojenizasyonu	25
3.2.4.3. Fındık ve Susam Çözeltileri, Asidifikasyonu ve Ekstraksiyonu	26
3.2.4.4. Fındık ve Susam Çözeltileri Santrifügasyonu	26
3.2.4.5. Fındık ve Susam Çözeltileri Bazifikasyonu	26
3.2.4.6. Fındık ve Susam Çözeltileri Santrifügasyonu ve Proteinlerin Elde Edilmesi	27
3.2.4.7. Liyofilizasyon	27
3.2.5. Fonksiyonel Protein Katkılı Köfte Üretimi	28
3.2.5.1. Fonksiyonel Köfte Numunelerinin Hazırlanması	28
3.2.5.2. Fonksiyonel Köfte Numunelerinin Analizleri	29
3.2.5.2.1. Tekstür Analizi	29
3.2.5.2.3. Boyut Analizi	29
3.2.5.2.4. Köfte Duyusal Analizi	30
3.2.5.2.5. Renk Analizi	31
3.2.6. Fonksiyonel Protein Katkılı Mayonez Üretimi	31
3.2.6.1. Fonksiyonel Mayonez Numunelerinin Hazırlanması	31
3.2.6.2. Fonksiyonel Mayonez Numunelerinin Analizleri	32
3.2.6.2.1. Reolojik Analiz	32
3.2.6.2.2. Renk Analizi	33
3.2.6.2.3. Asitlik Derecesi	33
3.2.6.2.4. Emülsiyon Stabilitesi	34
3.2.6.2.5. Mayonez Örneklerinin Duyusal Analizi	34
3.2.7. İstatistik Analiz	35
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	36
4.1. Fındık ve Susam Protein Konsantrisinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	36
4.1.1 Protein Konsantrileri Nem, Kül ve Protein Oranları	36
4.1.2 Su Tutma ve Yağ Tutma Kapasitesi	37
4.1.3. Protein Çözünürlük	38
4.1.3.1. Veriler ve Hesaplamalar	38
4.1.3.1.1. Yöntem için standart eğrinin hazırlanması	38
4.1.4. Köpük kapasitesi ve Stabilitesi	43
4.1.5. Emülsiyon Aktivitesi ve Stabilitesi	46
4.1.6. Elemental Analiz	49
4.2. Fındık ve Susam Protein Konsantrisi ile Elde edilen Fonksiyonel Mayonez Özellikleri	50
4.2.1. Reolojik Özellik	50
4.2.2. Mayonez Renk Analizi	52

4.2.3. Asitlik Durumu	54
4.2.4. Emülsiyon Stabilitesi	55
4.2.5. Mayonez Duyusal Analizi	56
4.3. Fındık ve Susam Protein Konsantresi ile Elde edilen Fonksiyonel Köfte Özellikleri	58
4.3.1. Tekstür Analizi	58
4.3.2. Boyut Küçülmesi	58
4.3.3. Köfte Örneklerinin Duyusal Analizi	59
4.3.4. Köfte Renk Analizi	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
6. KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	69

Çizelge 3.1. Posalardan Protein Konsantresi Elde Edilme Aşamaları	13
Çizelge 3.2. ICP-OES Ölçümlerinde Elementlere Ait Dalga Boyları.....	17
Çizelge 4.1. Fındık ve Susam Örneklerinin % Nem, % Kül ve % Protein Miktarları	34
Çizelge 4.2. Fındık ve Susam Küspesi Proteini Konsantrelerinin Su ve Yağ Tutma Kapasitesi Değerleri	36
Çizelge 4.3. Folin Lowry Yöntemi İçin BSA Standart Eğri Verileri	37
Çizelge 4.4. Susam Konsantreleri İçin Folin Lowry Yöntemi Analizi Sonucunda Elde Edilen Veriler ve Protein Miktar ve Çözünürlük Değerleri	38
Çizelge 4.5. Fındık Konsantreleri İçin Folin Lowry Yöntemi Analizi Sonucunda Elde Edilen Veriler ve Protein Miktar ve Çözünürlük Değerleri	40
Çizelge 4.6. Fındık ve Susam Küspesi Protein Hidrolizatlarının Köpük Oluşturma Kapasitesi Değerleri	41
Çizelge 4.7 Köpük Stabilitesi	42
Çizelge 4.8. Susam Küspesi Protein Konsantreleri Emülsiyon Aktivite ve Stabilite İndeksi Kapasite Değerleri.....	44
Çizelge 4.9. Fındık Küspesi Protein Konsantreleri Emülsiyon Aktivite ve Stabilite İndeksi Kapasite Değerleri.....	46
Çizelge 4.10. Elemental Analiz	47
Çizelge 4.11. Mayonez Reolojik Özellikler	49
Çizelge 4.12. Mayonez Renk Analizi.....	51
Çizelge 4.13. Mayonez Asitlik Analizi	51
Çizelge 4.14. Mayonez Emülsiyon Stabilitesi.....	53
Çizelge 4.15. Mayonez Duyusal Analizi	53
Çizelge 4.16. Köfte Tekstür Analizi.....	56
Çizelge 4.17. Köfte Boyut Ölçümü Analizi	56
Çizelge 4.18. Köfte Duyusal Analizi.....	57
Çizelge 4.19. Köfte Renk Analizi.....	59

Şekil 1.1. Dünya Fındık Üretimi	5
Şekil 1.2. Dünya Susam Ekim Alanı Oranları.....	8
Şekil 3.1. Susam Posası	11
Şekil 3.2. Fındık Posası	11
Şekil 3.3. Etüv	15
Şekil 3.4. Kül Fırını	16
Şekil 3.5. Kjeldahl Yakma Ünitesi	17
Şekil 3.6. Santrifüj.....	19
Şekil 3.7. Homojenizatör	20
Şekil 3.8. Spektrofotometre	21
Şekil 3.9. Fındık Ve Susam Numunelerinin Tartımı Ve Öğütülmesi a-)Soğuk pres posaların tartımı, b-)Posaların 2 mm haline getirilene kadar öğütülmesi	25
Şekil 3.10. Proteinlerin Dispersiyonu ve Homojenizasyonu a-)Proteinlerin dispers hale getirilmesi, b-)Dispersiyonun homojenize edilmesi.....	25
Şekil 3.11. Asidifikasyona Uğratılmış Çözelti Ekstraksiyonu	26
Şekil 3.12. Santrifügasyon işlemi	26
Şekil 3.13. Sağ beherde bazifikasyona uğratılmış çözelti, sol beherde asidifikasyon aşamasındaki çözelti.....	27
Şekil 3.14. Santrifügasyon ve Protein Elde Edilmesi	27
Şekil 3.15. Liyofilizasyon ile Kurutma İşlemi ve Kurutulmuş Numuneler	28
a-) Liyofilize edilen posa örnekleri, b-) Kurutulmuş protein konsantreleri	28
Şekil 3.16. Tekstür Analiz Cihazı.....	29
Şekil 3.17. Renk Tayini Cihazı.....	31
Şekil 3.18. Reometre Cihazı	33
Şekil 3.19. Ph metre Cihazı	33
Şekil 3.20. Su Banyosu.....	34
Şekil 4.1. Protein Analizinde Kullanılan BSA Kalibrasyon Eğrisi	40
Şekil 4.2. Susam Protein Konsantreleri Çözünürlüğünün Folin Lowry Yöntemi Analizi Sonucunda Standart Eğri Verileri.....	41
Şekil 4.3. Fındık Protein Konsantreleri Çözünürlüğünün Folin Lowry Yöntemi Analizi Sonucunda Standart Eğri Verileri.....	42
Şekil 4.4. Fındık Köpük Stabilitesi.....	45
Şekil 4.5. Susam Köpük Stabilitesi,	45
Şekil 4.6. Susam Emülsiyon Aktivitesi Endeksi X ve Y eksenleri	47
Şekil 4.7. Susam Emülsiyon Stabilitesi Endeksi	47
Şekil 4.8. Fındık Emülsiyon Aktivitesi Endeksi	48
Şekil 4.10. Fındık Proteinini İçeren Fonksiyonel Mayonez Duyusal Analizi	57
Şekil 4.11. Susam Proteinini İçeren Fonksiyonel Mayonez Duyusal Analizi.....	57
Şekil 4.12. Susam Proteinini İçeren Fonksiyonel Köfte Duyusal Analizi.....	60
Şekil 4.13. Fındık Proteinini İçeren Fonksiyonel Köfte Duyusal Analizi.....	61

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: yüzde
kg	: kilogram
da	: dekar
ha	: hektar
mg	: miligram
g	: gram
pH	: hidrojen iyonlarının negatif logaritması
LDL	: düşük yoğunluklu lipoprotein değeri
BSA	: bovine serum albumin
TÜİK	: Türkiye istatistik kurumu
FAO	: gıda ve tarım örgütü
Nm	: nanometre
L	: litre
m	: metre
mm	: milimetre
TPA	: tekstür profil analizleri
rpm	: dakikadaki devir sayısı
ml	: mililitre
EAI	: emülsiyon aktivite indeksi
ESI	: emülsiyon stabilite indeksi
M	:Molar
W/W	:Karışım ağırlıkları oranı

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Gıda sektöründe raf ömrünün uzatılması, besin içeriği değerlerinin artırılması, maliyetin düşürülmesi, kalitenin yükseltilmesi gibi nedenler ile gıda katkı maddelerinden faydalanılmaktadır. Bu bağlamda, soğuk pres yöntemi ile bitkisel yağların üretiminde ortaya çıkan posalardan üretilen protein ürünleri (protein konsantreleri) ile ulusal tarım ürünlerimize katma değer kazandırmak ve gıda bileşenleri (özellikle proteinler) alanında dışa bağımlılığımızın azaltılması gerekmektedir. Bu çalışmada, ülkemizde faaliyet gösteren soğuk pres yağ üreticilerinin yan ürünleri olan ve yaygın olarak kullanılan fındık ve susam posalarının protein konsantrelerinin karşılaştırılarak bu posalardan takviye protein kaynağı olarak kullanımı incelenmiştir.

Bu araştırmanın konusunun belirlenmesinden, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasına kadar olan dönemde yakın ilgisi, yönlendirici katkıları ve çok değerli yardımlarından dolayı değerli danışman hocalarım Doç. Dr. Hasan Murat VELİOĞLU ve Dr. Öğretim Üyesi İbrahim GÜLSEREN'e, tez çalışmamın devamı için İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarı olanaklarını sağlayan Prof. Dr. Bülent NAZLI'ya, laboratuvar analizleri sırasında desteğini gördüğüm arkadaşım Süleyman BAYTUR'a, analiz çalışmalarına olan katkılarından dolayı Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü çalışanlarına, tez çalışmamda protein eldesi için kullandığım posaların tedarikini sağlayan ONEVA, MECİTEFENDİ ve VİTALİNG şirketlerine, araştırma alt yapısı için destek sağlayan TÜBİTAK kurumuna ve son olarak, yaptığım çalışmalar sırasında yardımlarını, desteğini ve sabrını esirgemeyen eşim Elif ŞİRANLI ÇİFTÇİ'ye ve kıymetli aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mart, 2018

Harun Sami ÇİFTÇİ
Ziraat Mühendisliği / Tarımsal Biyoteknoloji

1. GİRİŞ

Günden güne artan dünya nüfusu ve protein açısından zengin beslenmeye olan eğilim gıda endüstrisinde hayvansal olmayan protein kaynaklarına olan ilgiyi arttırmıştır. Son zamanlarda proteince zenginleştirilmiş gıdalarda kullanılacak protein üretimi için yeni üretim teknikleri geliştirilmektedir. Bu yöntemlerin geliştirilmesi esnasında ürünlerde besin değeri ile birlikte, duyuşsal ve fonksiyonel özelliklerin korunması da oldukça önemlidir. Yeni yöntemlerle başta meyve ve sebze artıkları kullanılmakta ve protein üretiminde maliyetin düşürülmesi sağlanmaktadır (Yavuz ve Özçelik 2016).

Dünyada, her yıl milyonlarca ton tarımsal gıda artığı açığa çıkmaktadır. Çoğunlukla bu artıklar biyolojik olarak parçalanabilen bileşenlerden oluşmasına rağmen imha edilmeleri esnasında su kirliliği ve istenmeyen koku gibi ciddi çevre problemleri karşımıza çıkmaktadır. Literatürde bulunan artıkların değerlendirilmesi ile ilgili çalışmaların çoğu, hayvan yemi olarak kullanım, fermantasyon yöntemiyle tek hücre proteinine dönüştürme, biyoyakıt üretimi gibi farklı uygulamalar ile artıkların geri kazanımının sağlanması amaçlanmaktadır (Fıratlıgil-Durmuş 2008). Literatürde yer alan soğuk pres artıklarının hayvan yemi olarak kullanımına karşın gıda üretiminde protein takviyesi olarak gıda ürünlerinde değerlendirilmesi ithalatın azaltılmasına yönelik ihtiyaç olmuştur.

Gıda üretim tesislerinde kullanılan proteinler kabaca hayvansal kökenli (jelatin, kazein vb) ve bitkisel kökenli (soya, yer fıstığı vb) proteinler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. İnsan beslenmesinde düşük maliyetli protein kaynağı olarak bitkisel kaynaklı proteinler ilgi görmektedir (Ogunwolu ve ark. 2009). 1950'li yıllardan itibaren, gelecekte protein kaynaklarında yetersizlik yaşanacağı kaygısıyla yeni alternatif protein kaynakları bulunması amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Becker 2007).

Son yıllarda protein kaynağı olarak bilinen hayvansal ürünlerin oldukça kısıtlı ve pahalı olması sebebiyle bitkisel ürünlerden protein kaynağı olarak yararlanma çalışmaları büyük önem kazanmıştır. Özellikle içerdiği protein miktarı fazla olan kanola, soya ve çeşitli bakliyatlarla ilgili birçok araştırma yapılmıştır ve halen yapılmaktadır. Özellikle saflaştırılmış bitkisel proteinler bu çalışmalarda büyük öneme sahiptir (Moure ve ark. 2002). Ayrıca

vejetaryen eğilimlerin artması ve ekonomik nedenler bitkisel proteinlere olan ilgiyi artırmaktadır (Aydemir ve ark. 2014).

Ülkemiz gıda katkı maddeleri ile teknolojik ve biyolojik yararlılık gösteren fonksiyonel gıda bileşenleri alanlarında net bir ithalatçı statüsündedir. Gıda endüstrimizde sıklıkla yan ürün olarak ortaya çıkan ürünlerimiz (örneğin posalar) yabancı üreticiler tarafından yok pahasına satın alınmakta, işlendikten sonra da katma değerli ürünler olarak ülkemize geri satılmaktadır. Ülkemizin dış ticaret açığını dengeleme hususunda gıda ve gıda bileşenleri endüstrilerimize düşen başlıca görevlerden biri endüstriyel yan ürün ve artıklarımızın katma değerli ürünlere çevrilmesi yoluyla sürdürülebilirliği olan bir gıda bileşenleri sektörü oluşturulmasıdır.

İnsan beslenmesinde önemli yeri olan fındık, farklı şekillerde tüketilmekle beraber fındığın iç kısmının büyük bir bölümü gıda sanayisinde kabuksuz olarak kullanılmaktadır. Fındık organoleptik özellikleri sayesinde pasta ve çikolata sanayinde oldukça önemli bir hammaddedir. Ayrıca fırıncılık, süt endüstrisi, salata ve sos sektöründe lezzet ve aroma katkı maddesi olarak da kullanımı yaygındır (Özdemir ve Akıncı 2004). Fındık aroma ve lezzet özellikleri haricinde içerdiği zengin protein, yağ, vitamin ve mineral içeriği sayesinde insan beslenmesi ve insan sağlığı yönünden de önemlidir (Özdemir ve Akıncı 2004, Alasalvar ve ark. 2007).

Fıratlıgil-Durmuş (2008)' de yapılan çalışmaya göre, enerji değeri ve yağ oranı çok yüksek bir besin olan susam tohumlarında özellikle lizin, sistein ve metionin amino asitlerince zengindir. Susam protein (triptofan ve metionin içeriği yüksek), mineraller, potasyum, magnezyum, kalsiyum ve B Vitamini kaynağıdır. Proteini ise esansiyel amino asitlerce zengindir. Susam tohumu %40 – 60 oranında yağ içermektedir. Susamda en çok bulunan yağ asitleri sırasıyla; linoleik asit, palmitik asit, oleik asit, stearik asit ve düşük oranda linolenik asit ile arasidik asitlerdir. Önemli bir yağlı tohum olmasının yanında içerdiği antioksidan bileşiklerden dolayı ilaç ve kozmetik sanayinde de geniş bir kullanım alanı vardır. Yağının kaliteli olması ve tohumların pasta ve şekerlemelerde geniş bir şekilde kullanılması, uluslararası ticarete susam tohumuna olan talebin artmasına neden olmuştur (Bozkurt, G., 2006).

Yağının çıkarılması sonrası elde edilen fındık küspesinde bulunan proteine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Aydemir ve ark. 2014). Elde edilen yağı alınmış fındık küspesinin çok değerli olmasının sebebi protein bakımından zengin selüloz bakımından fakir olmasıdır (Yalçın ve ark. 1998). Yağı alınan fındık küspesindeki protein oranı %35-41 aralığındadır (Yağcı ve Göğüş 2008).

Bu tezde, bitkisel protein eldesi için soğuk pres tekniği kullanılarak (sulu ekstraksiyon, membran prosesleri, liyofilizasyon) büyük ölçüde denatürasyona uğramamış, yüksek kalite ve konsantrasyonda, toz formda protein konsantreleri üretilmesi amaçlanmıştır. Söz konusu protein konsantrelerinin farklı gıda ürünü kategorilerine uygunluklarının belirlenmesi amacıyla fonksiyonel özellikler açısından değerlendirilmeleri tezin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Tez çalışması kapsamında proteinlerin çözünürlük, köpük, emülsiyon oluşturma, yağ ve su tutma kapasitesi gibi özelliklerini analiz ederek köfte ve mayonez ürünleri üzerindeki fonksiyonelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Ayrıca, üretilen protein konsantrenin köfte ve mayonez üretiminde kullanılması hedeflenmiştir. Mayonez formülasyonunda yer alan yumurta ve köfte harcı karışımı yerine belli oranlarda fındık ve susam protein konsantresi eklenerek gıda endüstrisinde kullanımı araştırılmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

Fındık ve susam ürünlerinin soğuk pres şeklinde yağı alındıktan sonra arta kalan posalarını konu alan sınırlı sayıda kaynak bulunmaktadır. Yağı alınmış fındık ve susam posalarından proteinlerin izole edilmesi, fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin gıda ürünlerinde kullanılabilirliği ile ilgili ise herhangi bir kaynak bulunamamıştır.

Bitkisel posalar ve yağlar genellikle öğütülmüş tohumlara, hekzan gibi organik çözücülerle muamele edilerek ve tohumlara ısı uygulanarak ekstrakte edilmektedir. Daha sonra çözücü evaporasyonu ile devam etmektedir. Soğuk presleme işlemi geleneksel uygulamalar yerine kullanılan bir yöntem olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Vidalı presleme işlemi süresince hammaddeye ısı uygulaması yapılmamaktadır. Soğuk presleme

işlemi ile ham yağ ve posanın yararlı bileşenleri üzerinde olumsuz etkisi azaltılabilmektedir. Ayrıca, soğuk pres ürünlerde kimyasal kirletici olacak organik solventler kullanılmamaktadır (Parker ve ark. 2003). Üretim tekniği açısından incelendiğinde, yağlı tohumların içindeki yabancı maddeler temizlendikten sonra yüksek derecelerde ısıya maruz kalmadan (en fazla 40°C) presleme sıkım işlemi gerçekleştirilmektedir. Tohumların kalite düzeyi kadar üretim parametre ve şartları da önemlidir. Proses süresince uygulanacak sıcaklık artışları posa ve yağın kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir (Gürpınar ve ark. 2011).

Günümüzde tüketime hazır gıdalara olan talepler tüm dünyada ve ülkemizde gün geçtikçe artmaktadır. Bu ürün kategorisinde pişirmeye hazır köfte çeşitleri oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Yılmaz 2008). Et sanayinde; gelişmiş ülkelerde ve dünyada bazı ülkelerde kıyma büyüklüğünde parçalanan etlerden hamburger vb. ürünler, salçalı, salçasız soslu veya sossuz köfteler, üretilmektedir (Gökalp ve ark. 2004). Et endüstrisinin tüm dünyada temel amacı ürün kalitesini artırmak, ürünlerin sağlıklı koşullarda üretimini sağlamak, besleyiciliği arttırmak, sağlık açısından risk oluşturmayan ürün formülasyonları oluşturmak ve üretim maliyetlerini de aşağıya çekmektir. Bu nedenle Ar-Ge faaliyetleri sonucunda et endüstrisine yeni kazandırılan et ürünlerinin, tüketiciler tarafından kabul görmesi, sağlıklı beslenmede herhangi bir risk unsuru taşımaması ve üretilen ürünlerin kalitesinin de sürekli olarak korunması gerekmektedir (Yıldız ve ark. 2004).

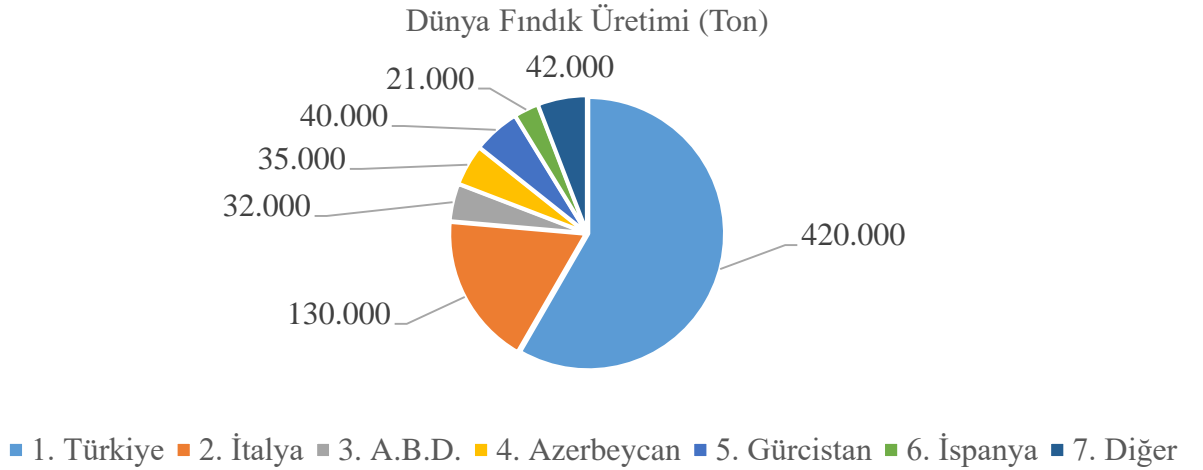
Fıratlıgil-Durmuş (2008) yapılan çalışmaya göre; mayonez, sosis, salam, kek karışımı, salata sosları, dondurma gibi çok sayıdaki gıda maddesi içeriğinde emülsiyon, köpük, çözelti halinde bulunmaktadır. Bu sistemlerde proteinler, karbonhidratlar ve lipidlerle beraber önemli stabilizatör olarak görev almaktadırlar (Zorba ve diğ., 1998). Bu tez çalışması ile hazır gıda kullanımına yönelik olarak proteini artırılmış mayonez ürününün tüketici kabulüne sunulması ile protein talebinin bir nebze düşürülmesini planlanmıştır.

2.1. Fındığın Biyokimyasal Özellikleri

Fındık bitkisi, ılıman iklim kuşağında bodur bir ağaç türüdür. Fındığın ekonomik olarak kültürü yapılan türleri *Corylus avellane* (adi fındık), *Corylus colurna L.* (Türk fındığı) ve *Corylus maxima mill'*dir (Lambert fındığı) bu fındık türleri Fagales takımının Betulaceae familyasının Coryleae alt familyasının, *Corylus* cinsine bağlıdır. Ayrıca günümüzde çeşitli fındık türlerinin melezleri de büyük önem kazanmıştır. Fındıklar meyve iriliklerine ve

meyvelerin şekillerine göre adlandırılır. Ülkemizde tombul fındık, sivri fındık, badem fındık, kan fındığı ve foşa fındığı üretilen başlıca fındık türleridir. Bunun haricinde Acı, Mincane, Çakıldak, Foşa, Cavcava, Ham, İncekara, Kan, Karafındık, Kalınkara, Kargalak, Kuş, Palaz, Sivri, Tombul, Uzun Musa, Yassı Badem, Yuvarlak Badem Türkiye’de yetişen diğer önemli çeşitlerdir (Pelvan ve ark. 2012). Bu fındık çeşitleri arasında Tombul fındık çeşidi Türkiye’de ki toplam üretimin %25–30’ini kapsamaktadır (Gönşüoğlu ve Gökmen, 2015). T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı tarafından yayınlanan 2016 yılı fındık raporuna göre yıl bazında dünya fındık üretimi (Şekil 1.1) miktarı olarak Türkiye 420.000 ton üretim ile 1.sırada yer almıştır (Anonim, 2016a).

Fındık Türkiye’de Karadeniz Bölgesinin doğu kıyılarında, Batı Avrupa’da (İtalya, Portekiz, İspanya ve Fransa) ve Birleşik Devletlerin bazı bölgelerinde yetiştirilmektedir. Ayrıca fındık, İran, Avustralya, Yeni Zelanda, Azerbaycan, Çin, Şili, ve Gürcistan gibi bazı ülkelerde de yetiştirilmektedir. Dünya çapındaki toplam fındık üretiminin yaklaşık olarak %74’ünü gerçekleştiren Türkiye, dünyadaki en büyük fındık üreticisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye’yi %16 ile İtalya, %4 ile Birleşik Devletler, ve %3 ile İspanya takip etmektedir. Diğer ülkelerin toplam fındık üretimine katkısı ise %3’tür (Alasalvar ve ark. 2009).



Şekil 1.1. Dünya Fındık Üretimi

Ticari olarak fındık, kabuklu veya iç fındık olarak satışa sunulmaktadır. Fındık içleri doğal formda, kavrulmuş, kıyılmış, doğranmış, dilimlenmiş, un veya kavrulmuş macun şeklinde tüketilebilmektedir. Fındık içinin %80'i çikolata üretiminde, %15'i şekerleme, pasta ve bisküvi imalatında, geri kalan % 5 ise herhangi bir işleme tabi tutulmadan doğal formunda tüketilmektedir (Özdemir 1997).

Fındık biyokimyasal içeriği açısından oldukça önemli bir besin olarak kullanılmaktadır. İçerdiği proteinler (%15-19), karbonhidratlar (%15-17), yağ (%60) ve vitaminler sebebiyle fındık tüm gıda ürünleri içerisinde büyük öneme sahip bir besindir. Zengin bir protein kaynağı olan fındık, ayrıca kompleks karbonhidrat, diyet lifi, demir, kalsiyum, potasyum ve vitamin E bakımından da zengindir. Dünyadaki diğer fındık çeşitleri ile kıyaslandığında glutamik asit, arginin ve aspartik asit en fazla konsantrasyonlarda Türk fındık çeşitlerinde bulunur. İnsan vücudu için gerekli amino asitlerin tümünü içeren fındık proteininin sindirilebilirliği %80-90 aralığındadır (Özdemir 1997).

Fındık içeriği üzerine yapılmış bir çalışmada, fındığın demir (5,8 mg / g), kalsiyum (160 mg / g) ve çinko (2,2 mg / g) açısından bitki kökenli en iyi kaynaklardan biri olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu bileşenler büyüme ve gelişmenin sağlanması için en önemli minerallerdir. Ayrıca, kas dokusunun sinir uyarımı ve işleyişi için gerekli olan potasyum (655 mg / g) açısından fındık oldukça zengindir. Fındık B1 vitamini (0,33 mg / g), B2 vitamini (0,12 mg / g), B6 vitamini (0,24 mg / g) ve Vitamin E (31,4 mg / g) açısından oldukça iyi bir kaynaktır (Alphan ve ark.1996).

Fındık çeşitleri, süt, şekerleme ürünleri ve pastacılık gibi gıda ürünlerinde tatlı ve kesin bir lezzet sağlamak için veya çikolata, tatlılar, dondurma, çerez barları ve yan yemeklerin tadını arttırmak için kullanılmaktadırlar (Özdemir 1997, Özdemir ve Akıncı 2004).

Yapılan çalışmalara göre, fındık yan ürünleri kolaylıkla temin edilebilen doğal antioksidan kaynağı olabilmektedir. Araştırmacılar yağsız çiğ fındık çekirdeğinin etanol özleri ve fındık yan ürünlerinin antioksidan etkilerini değerlendirip diğer yan ürünler ile karşılaştırıldığında fındık derisinin ekstraktlarının yüksek antioksidatif etkinlik ve fenolik içeriğinin olduğunu tespit etmişlerdir (Shahidi ve ark. 2007).

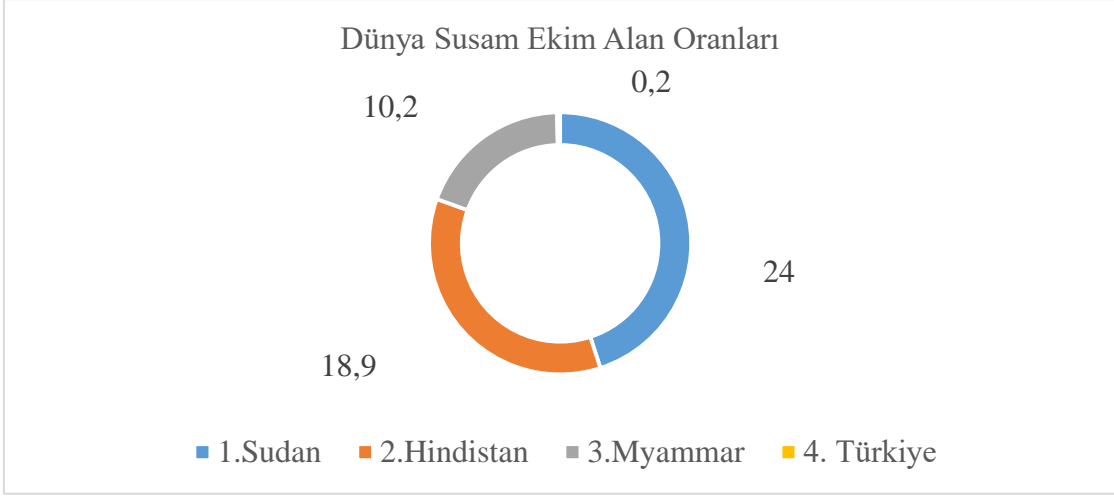
Türkiye’de üretilen fındığın bir kısmı fındık yağı olarak işlenmektedir. Fındık yağı içerdiği yüksek doymamış yağ içeriği (oleik ve linoleik asit) nedeniyle kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu bir yağdır. Ek olarak kanser hastalığının gelişimini yavaşlattığı, doku ve organların yaşlanmasını geciktirdiği ve yüksek kalsiyum içeriği sayesinde çocuklarda kemik ve diş oluşumuna yardımcı olduğu fındık yağının en bilinen faydaları arasındadır. İçerdiği yağ asitleri sayesinde düşük yoğunluklu lipoprotein değerini (LDL) düşürerek insan sağlığına büyük yarar sağlamaktadır (Yücesan ve ark. 2010).

2.2. Susamın Biyokimyasal Özellikleri

Dünyada yaklaşık 4000 yıldır susam (*Sesamum Indicum L.*) tarımı yapılmaktadır. Bu sebeple susam en eski yağ bitkilerinden biridir. Dünyada üretilen tüm yağlı tohumlar içinde susam 8. sırada yer almaktadır. Susam Türkiye’de ekimi yapılan yağlı tohumlar içerisinde ayçiçeğinden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Susam genel olarak bitkisel yağını almak için değerlendirilmekte olup diğer kısmı pastacılıkta ve tohumluk olarak kullanılmaktadır (Shewry ve ark. 2002).

Susam cinsi 40 türle temsil edilmekte olup, bunlardan 26 adedi yabani tür, 13 adedi kısmen kültürü yapılan tür ve sadece bir adedi kültürü yapılan susam türü olan (*Sesamum indicum L.*), tropik, subtropik iklim kuşağı ve uygun mikro klima bölgelerinde yetiştirilen bir bitkidir. Dünyada başta Asya ve Afrika ülkelerinde üretilmekte olup, 2009 yılı verilerine göre 7.4 milyon ha alandan toplam üretim 3.4 milyon ton ve ortalama verim 47,7 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Dünyada başta Hindistan, Burma (Myanmar), Sudan, Çin, Uganda, Nijerya, Tanzanya, Çad ve Pakistan’da susam yetiştirilmektedir (Anonim 2010).

Dünyada 2014 yılında yaklaşık 10.6 milyon ha alanda 5.5 milyon ton susam üretimi gerçekleşmiştir. Susam ekim alanları büyük oranda Sudan (%24), Hindistan (%18,9), ve Myanmar’da (%10,2) bulunmaktadır. Türkiye ise dünya susam ekim alanlarının sadece %0,2’sine sahiptir. Dünya susam üretiminde (Şekil 1.2.), Hindistan (%14,8), Sudan (%13,2) ve Çin (%11,2) önemli pay almaktadır. Dünyada ortalama susam verimi ise 51,8 kg/da’dır. Hindistan, Sudan ve Çinde dekara verim sırasıyla 40,6 kg, 28,5 kg ve 122 kg’dır (Anonim 2016b).



Şekil 1.2. Dünya Susam Ekim Alanı Oranları

Ülkemizde susam ekimi, hububattan sonra ikinci ürün olarak yaygındır. Susam yağı üretimi sonunda elde edilen susam küspesi yüksek protein ve mineral içeriğinden dolayı değerli bir besin maddesi olmasına karşın, sadece hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Seçer 2016).

Yaygın olarak simit, pasta, kek, çörek gibi hamur işlerinde veya şekerleme yapılarak tüketilir. Susam yağı, yüksek kalitedeki bitkisel yağlardandır. Ancak bu yağın kullanımı ekonomik olmadığı için Türkiye’de tüketimi sınırlı kalmıştır. Yemeklik olarak doğrudan doğruya sıvı halde kullanıldığı gibi margarin veya bazı krem ve merhemlerin yapımında faydalanılmaktadır. İkinci ve üçüncü preslerden sonra alınan yağ, sabun yapımında kullanılmaktadır. Susam tohumları kavrulduktan ve kabuğu çıkarıldıktan sonra ezilerek tahin yapılır. Susam tohumlarının yağı alındıktan sonra arta kalan kısmı küspedir. Değerli bir hayvan yemi olduğu gibi bazı ülkelerde ekmeğe de karıştırılmaktadır (Atakişi 1999).

Susam küspesi susam yağı üretimi sonunda elde edilen bir bileşendir. Susam küspesi ortalama olarak %40 ham protein ve % 24 madeni maddeler (P, K, Ca) içerir (Uğurluay 2002).

Susam yağlı tohumlar içerisinde önemli bir yeri olmasının yanı sıra içerdiği antioksidan bileşiklerden dolayı ilaç ve kozmetik sanayinde çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. İçerdiği yüksek kalitedeki yağ ve tohumlarının pasta ve şekerleme sektöründe oldukça yaygın bir şekilde kullanılması sayesinde uluslararası ticarete susam tohumuna olan talep gün geçtikçe artmıştır. Susam proteini esansiyel aminoasitler bakımından da oldukça zengindir (Bozkurt 2006).

2.3. Proteinlerin Fonksiyonel Özellikleri

Gıda işleme teknolojileri ve gıda sanayinde kullanılan ürün formülasyonlarında, proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin önemi oldukça büyüktür. Bu fonksiyonel özelliklerden bazıları su tutma, yağ bağlama, emülsiyon, köpük ve jel oluşturmadır. Fonksiyonel özellikler; moleküler yapı ve ağırlık gibi iç faktörlerden etkilenmesinin yanı sıra, proteinlerin izolasyon metodu, pH, iyonik güç ve diğer bileşenlerin bulunması gibi dış faktörlerden de etkilenmektedir. Protein konsantrasyonunun veya izolatının kullanılacağı gıda maddesine göre fonksiyonel özelliklerden hangisinin daha önemli olduğu değişim gösterebilir. Örnek olarak; yüksek su ve yağ tutma kapasitesi sosis, ekmek ve keklerde arzu edilen bir özellik iken yüksek emülsifiye etme ve köpük oluşturma özellikleri ise salata sosları, çorbalar, şekerlemeler, sosisler, donmuş tatlı ve keklerde tercih edilir (Kinsella 1979, Ahmedna ve ark. 1999).

Proteinler en düşük çözünürlüğü izoelektrik noktalarında gösterirler. Bunun nedeni bu noktada protein-protein interaksiyonunun en yüksek seviyede gerçekleşmesidir. Proteinlerin su tutma kapasitesi, şişmesi ve çözünürlüğü iyonların konsantrasyonu ve çeşidinden yüksek ölçüde etkilenmektedir (Cheftel ve ark. 1985, Saldamlı ve Temiz 1998).

Gıda proseslerinde proteinlerin su ile etkileşimi, gıdaların lezzet ve yapısını belirlediğinden dolayı oldukça önemlidir. Gıda proteinlerinin su tutma kapasitesinin belirlenmesini sağlayan proteine özgü faktörler; yüzey hidrofobisite/polaritesi, aminoasit bileşimi ve üç boyutlu yapısıdır. Ayrıca gıda işleme yöntemleri de proteinlerin üç boyutlu yapısı ve hidrofobisitesi üzerinde oldukça etkilidir (Barbut 1999). Su tutma kapasitesi; çorba, hamur ve fırıncılık ürünleri gibi viskozitesi yüksek gıda maddeleri için önemli bir fonksiyonel özelliktir. Bu gıdalarda proteinlerin çözünmeden su tutmaları ve bu esnada viskoziteyi arttırıp kıvam ve yapı kazandırmaları gerekmektedir (Seena ve Sridhar 2005).

Demirhan (2012) tarafından yapılan çalışmada susam küspesinden protein izolatları hazırlanarak küspelerin değerli gıda katkılarına dönüştürülmesi incelenmiştir. Deneysel faaliyetlerde; beş farklı ticari enzim (Alkalaz, Protameks, Nötraz, Pleotrofin ve Flavorizm) kullanılmış ve bunların arasından susam küspesi hidrolizi için optimum şekilde çalışan ticari enzimin Alkalaz olduğu belirlenmiştir. Daha sonra, hidroliz derecesini saptamak için kullanılan pH-stat metodu susam küspesi proteininin Alkalaz enzimi ile hidolizi için düzenlemesi yapılmış ve susam küspesi hidrolizatları için pH değerleri; 40°C, 50°C ve 60°C sıcaklıklarda sırasıyla 6,88, 6,65 ve 6,42 olarak ortaya konulmuştur. Farklı proses şartlarında gerçekleştirilen bu deneyler sonucunda hidroliz için optimum proses koşulları; 15 g/L substrat konsantrasyonu, % 0,30 (v/v) enzim miktarı, 50°C sıcaklık ve pH 8,5 olarak belirlenmiştir. Fonksiyonel özellik analizleri incelendiğinde ise su tutma kapasitesi 3,43 g/g protein, yağ tutma kapasitesi 2,21 ml/ g protein emülsiyon aktivite indeksi 204,6 m/g emülsiyon stabilite indeksi 48,7 dakika köpürme kapasitesi % 140,2 ve köpük stabilitesi 54,1 ml (60. Dakika) olarak saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Fındık ve susam posalarından izole edilerek köfte ve mayonez reçetelerinde kullanılan protein konsantreleri İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ar-Ge laboratuvarında elde edilmiştir. Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler (Sigma, Missouri, ABD) ait ürünleridir. Araştırma kapsamında köfte üretiminde hammadde olarak sığır eti, baharat, galeta unu ve soğan tozu kullanılmıştır. Mayonez üretiminde hammadde olarak yumurta, sirke, tuz, ayçiçek yağı ve toz şeker kullanılmıştır. Köfte ve mayonez üretimi ve analizleri Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Mikrobiyal Biyoteknoloji laboratuvarında, mayonez reoloji analizleri Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında, fındık ve susam protein konsantreleri elemental ve köfte tekstür analizleri ise Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Susam Posası

Araştırmada kullanılan susam posaları (Şekil 3.1.) soğuk sıkım yapan ticari işletmeden (Vitalling, Adana, Türkiye) temin edilerek kullanılıncaya kadar plastik torbalarda +4°C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Susam Posası

3.1.2. Fındık Posası

Araştırmada kullanılan fındık posaları (Şekil 3.2.) soğuk sıkım yapan ticari işletmeden (Mecidefendi, İzmir, Türkiye) temin edilerek kullanılıncaya kadar plastik torbalarda +4°C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.2. Fındık Posası

3.1.3. Lowry Protein Kiti

Protein çözünürlüğünün tespiti amacıyla Lowry protein analiz kiti (Sigma, Missouri, ABD) kullanılmıştır. Analiz kiti içeriğinde Lowry reaktifi, %0,15 (w/w) Deoksikolat (DOC) çözeltisi, Trikloroasetik Asit (TCA) çözeltisi, Folin ve Ciocalteu'nun Fenol reaktifi, BSA protein standardı yer almaktadır.

3.2. Yöntem

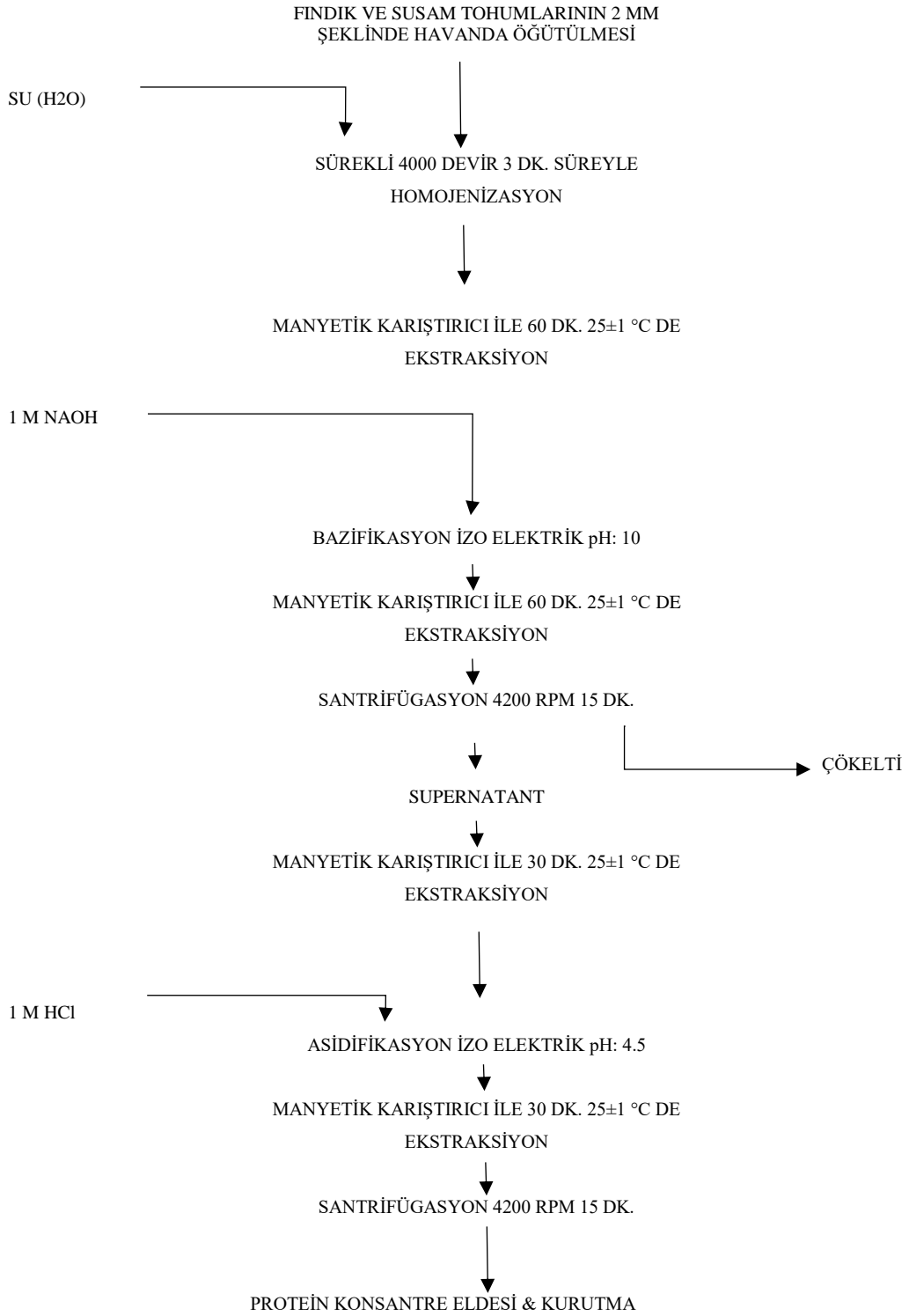
3.2.1. Fındık ve Susam Posalarından Proteinlerin İzoelektrik Çökeltme Yöntemi ile İzolasyonu

Soğuk pres ile elde edilmiş olan fındık ve susam posalardan protein izolasyonu için bitkisel proteinlerin eldesinde sıklıkla kullanılan tekniklerden biri olan izoelektrik çöktürme (Karaca ve ark. 2011) yöntemi (Çizelge 3.1.) uygulandı. Bitkisel proteinlerde denatürasyonunu önlemek amacıyla numunelerde kalan yağın ayrılması için çözücü ekstraksiyonu tercih edilmeyen bir yöntem olduğu için organik çözücü muamelesi olmadan fındık ve susam posalarından proteinlerin izolasyonu gerçekleştirildi.

Yağı alınmış posalar, 2 mm boyutuna gelene kadar havanda öğütülmüştür. Ultra saf su cihazından (Millipore, Simplicity, USA), saf su ilave edilerek karıştırılmıştır (kütlece 1:15; numune: su). Daha sonra dispers hale getirilmiştir. Posalardan yağların ayrılması amacıyla NaOH kullanılarak ortamın pH seviyesi yükselttilerek bazik ortam (pH 9,5 – 10) oluşturulması sağlanmıştır. Dispersiyon oda sıcaklığında manyetik karıştırıcı (Scilogex, ms-h280-pro, USA) yardımıyla (500 rpm, 1 saat) karıştırılmıştır. Karışım 4200xg seviyesinde 15 dakika santrifüj (Selecta- Mixtasel BL. Cham, İsviçre) edildi. Çözünen (supernatant) kısım ayrılıp 1 N HCl çözeltisi kullanılarak pH 4,5 seviyelerine düşürülerek asidik ortam oluşturulmaktadır. Böylelikle izoelektrik çökeltme teşvik edilmiştir.

Çökeltme teşvik edilmesinden sonra tekrardan karışım (4200xg, 15 dakika) santrifüj edildi. Çökelen kısım santrifüj tüpünden alınarak liyofilizasyon (Teknosem, Toros TDS 2/2V, Türkiye) ile vakumlu kurutma işlemine kadar dondurucuda -30°C' de muhafaza edildi. Bu aşamada yağ fazı ayrılarak suda çözünen maddelerin ayırılmasına ve proteinlerin konsantre edilmesi işlemleri yürütülmüştür (Stone ve ark. 2014; Boye ve ark. 2010).

Çizelge 3.1. Posalardan Protein Konsantresi Elde Edilme Aşamaları



3.2.2. Protein Konsantrelerinin Dondurulularak Kurutulması

İzoelektrik çökeltme yöntemi ile posaların protein konsantrelerinin çöktürülmesi sağlanmıştır. Çöken konsantreler liyofilize edilerek ısı işlem görmemiş toz protein konsantreleri elde edilmiştir.

Liyofilizasyon işlemi, (-55 °C'de, 0.5 mbar altında ve nem içeriği ~%9'a düşürülene kadar ~48 saat) kurutma işlemi ise vakum pompası ilaveli liyofilizatör (Teknosem, Toros TDS 2/2V, Türkiye) kullanılarak toz formda protein konsantresi elde edilmiştir.

3.2.3. Fındık ve Susam Protein Konsantrelerinin Fonksiyonel Özelliklerinin Analizi

Protein konsantrelerinin; protein miktarı, kuru madde tayini, kül tayini, su ve yağ tutma özelliği, mineral madde içeriği, emülsiyon ve köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi, protein çözünürlüğü özellikleri incelenmiştir.

3.2.3.1. Protein Konsantrelerinin Kuru Madde Tayini

Soğuk pres posalarından elde edilen fındık ve susam protein konsantrelerinin nem miktarları gravimetrik yöntemle belirlenmiştir (Anonim 1997). Darası alınmış paslanmaz çelik kaplara (G2) 3'er gram örnek (G1) tartılarak 105±2 °C'lik hava akımlı etüvde (Şekil 3.3.) (Memmert, unb400, Almanya) 4 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda kaplar desikatöre alınıp numunelerin soğuması sağlandıktan sonra numunelerin nihai ağırlıkları (G3) belirlenmiştir. Bu işleme sabit tartım elde edilinceye kadar devam edilmiş ve yüzde (%) nem miktarı formülü eşitlik 3.1 kullanılarak hesaplanmıştır. Kuru madde miktarı; toplam madde miktarından nem miktarının çıkarılması ile elde edilmiştir.

$$\% \text{ Nem Miktarı} = \frac{[G3-G2]}{G1} \times 100 \quad (3.1)$$



Şekil 3.3. Etüv

3.2.3.2. Protein Konsantrelerinin Kül Tayini

Soğuk pres posalarından elde edilen protein konsantreleri kül miktarının belirlenmesi Anonim 1997' de belirtilen şekilde örneklerin kül fırınında yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Darası alınmış porselen kroze içerisine (G2) 3 gram örnek (G1) tartılmış ve krozelere çeker ocağın içinde, elektrikli ısıtıcı üzerinde 30 dakika ön yakma işlemi uygulanmıştır. Sonra örnekler kül fırınına (Şekil 3.4.) (Magmatherm, mt1105, Türkiye) alınarak sıcaklık kademeli bir şekilde 550±15°C'ye çıkartılmıştır. Bu sıcaklıkta beyaz renkte kül elde edilinceye kadar (yaklaşık 8 saat) yakılmıştır.

Yakılan örnekler desikatöre alınarak soğutulmuş ve sonra tartılarak ağırlıkları (G3) kaydedilmiştir. Yüzde kül miktar formülü eşitlik 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül Miktarı} = \frac{[G3-G2]}{G1} \times 100 \quad (3.2)$$



Şekil 3.4. Kül Fırını

3.2.3.3. Protein Konsantrelerinin Protein Miktarı Analizi

Soğuk pres ile elde edilmiş fındık ve susam posalarının azot içeriklerinin belirlenmesinde Mikro Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (Anonim 1997). Kjeldahl tüplerine 50-200 mg örnek tartılmış ve üzerine 2 g K_2SO_4 , 150 μL %5'lik (w/w) $CuSO_4$ ve 6 mL konsantre H_2SO_4 ilave edildikten sonra yaş yakma işlemine maruz bırakılmıştır. Örnekler Kjeldahl yakma ünitesinde (Şekil 3.5.) (Gerhardt, Kjeldatherm KB8, Almanya) yaklaşık 2-4 saat süreyle $350^\circ C$ 'de berraklaşmaya kadar yakılmıştır. Yakılan örnekler soğuduktan sonra üzerine 20 ml saf su ilave edilip destilasyon ünitesine yerleştirildi. Destilasyon ünitesinde örnek üzerine 15-20 ml %40'lık (w/w) NaOH ilave edilmiş ve destilatın 25 ml %4'lük borik asit çözeltisi içerisinde toplanması sağlanmıştır. Destilasyon sonrası borik asit içerisinde toplanan destilat 0,0200 N HCl ile titre edilerek % azot formülü eşitlik 3.3 yardımıyla % azot değerleri bulundu. Azot oranlarının 6,25 faktörü ile çarpılması ile de örneklerin protein değerleri hesaplandı.

$$\% \text{ Azot} = \frac{(V_1 - V_0) \times 0,014 \times N}{\text{örnek miktarı (g)}} \times 100 \quad (3.3)$$

V₁: Titrasyonda örnek için harcanan HCl miktarı (ml)

V₀: Şahit için harcanan HCl miktarı (ml)

N: Titrasyonda kullanılan HCl'in normalitesi



Şekil 3.5. Kjeldahl Yakma Ünitesi

3.2.3.4. İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrofotometresi (ICP-OES) ile Elemental Analizi

ICP-OES cihazının element ölçümlerinde kullanılan dalga boyları Çizelge 3.2.'de verilmiştir. Analizi yapılacak olan elementlere (Na, Mg, Ca, Fe, Al, Zn, P, K, Hg, Ni, Pb, Sn, S, Co, Cu, As, Mo, Mn, Cr) ait standartlardan CPI International Analytical and Life Science Solutions markasının 1000 ppm'lik stok çözeltisinden 10 ppm'lik ana stok hazırlanmış ve daha sonra analize yönelik uygun standartlar ana stoklardan seyreltilmiştir. Ağır metaller için 25, 50, 250 ve 500 ppb; diğer elementler için ise 50, 250, 500 ve 1000 ppb'lik çözeltiler hazırlanmıştır. Her bir element için kalibrasyon eğrileri çizilmiştir. Kör numune için de aynı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek üç paralel olacak şekilde çalışılmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır.

Çizelge 3.2. ICP-OES Ölçümlerinde Elementlere Ait Dalga Boyları

Element	Dalga Boyu (nm)
Hg	194,22
Pb	220,35
Ni	231,60
Fe	259,94
Zn	206,20
Mg	279,55
P	178,28
K	766,49
Ca	317,93
Na	589,59
Al	396,15
S	182,03
Sn	189,99
As	193,76
Cd	214,44
Co	228,62
Cr	267,72
Cu	327,40
Mn	257,61

Analizde kullanılan tüm kimyasal maddeler analitik saflıktadır. Tüm çözeltilerin hazırlanmasında ultra saf su kullanılmıştır. ICP-OES'nin kalibrasyonu için Merck firmasının 1000mg/L'lik (w/w) stok çözeltilerinden elementler için istenen konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmıştır. Örneklerin eser element ölçümleri spektrometre (Spectro, Spectro Blue, Almanya) üzerinde çalışılarak elde edilmiştir. %5'lik (w/w) çözeltiler hazırlanarak ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.5. Numunelerin su tutma kapasitesinin belirlenmesi

Fındık ve susam posalarından elde edilmiş protein konsantrelerinin su tutma kapasitesi Vioque ve ark. 1999 tarafından bildirilen yönteme göre saptanmıştır. Su tutma kapasitesinin belirlenmesi için 1 g protein konsantresi örnekleri üzerine 10 ml saf su ilave edilmiştir. Vorteks (Scientific Industries, Vortex Genie 2, USA) kullanılarak 30 dakika boyunca 5 dakikada bir 30 saniye karıştırma uygulanmıştır. Hazırlanan çözelti oda sıcaklığında bekletilerek, 3000 xg'de 30 dakika süreyle santrifüj (Selecta, Mixtassel BL., Cham, İsviçre) edilmiştir. Protein konsantrelerine ilave edilen saf suyun başlangıçta hacmi ile süpernatant hacminin farkı belirlenmiş ve sonuçlar ml absorplanan su /g protein olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.6. Numunelerin Yağ Tutma Kapasitesi Belirlenmesi

Soğuk pres posalarından elde edilen protein konsantrelerinin yağ tutma kapasitesi (Vioque ve ark. 1999) tarafından bildirilen yönteme göre ölçülmüştür. Yağ tutma kapasitesi için 1 g protein örnekleri 8 ml soya yağı ile 30 dakika karıştırılmıştır, vorteks (Scientific Industries, Vortex Genie 2, USA) kullanılarak 30 dakika boyunca 5 dakikada bir 30 saniye karıştırma uygulandı. Daha sonra 3000 xg'de 30 dakika süreyle santrifüj (Şekil 3.6.) edildi. (Selecta- Mixtassel BL. Cham, İsviçre) Santrifüj edilen örneklerin sıvı fazı uzaklaştırıldıktan sonra tüpler ters çevrilerek 5 dakika boyunca sıvı fazın süzülmesi sağlandı. Sıvı fazdan arındırılmış olan katı kısım tartılarak ağırlık artışı belirlenmiştir ve sonuçlar absorplanan yağ ml/g protein olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.6. Santrifüj

3.2.3.7. Emülsiyon Aktivite İndeksi (EAI) ve Emülsiyon Stabilite İndeksinin (ESI) Belirlenmesi

Fındık ve Susam posalarından elde edilen protein konsantrelerinin emülsiyon aktivite indeksi (EAI) ve emülsiyon stabilite indeksi (ESI) eşitlik 3.4 Pearce and Kinsella (1978) tarafından belirtilen metoda göre ölçülmüştür. %0,1 (ağırlık/hacim)'lik 6 ml protein çözeltisi ve 2 ml Soya yağı (Sigma, S7381, Almanya) emülsiyon oluşturmak amacıyla 800 Watt lab Tipi homojenizatör (Şekil 3.7.)(wisd, H6-15A, İrlanda) ile sürekli 4000 devir/dk. 3 dakika süreyle homojenize edildi. Emülsiyonun alt kısmından (sıvı fazından) alınan 50 µl örnek 10 ml %0,1'lik (w/v) sodyum dodesil sülfat çözeltisi (SDS) ile seyreltildi. Karışımın spektrofotometre (Optima, SP 3000 UV VIS, Japonya) ile 500 nm'deki absorbansı okunarak (0. dakikadaki) ve bu absorbans değeri eşitlik 3.4 Emülsiyon Aktivite Endeksi formülü kullanılarak EAI değeri hesaplanmıştır.

$$EAI \left(\frac{m^2}{g} \right) = \frac{2 \times 2.303 \times A_0 \times N}{c \times \phi \times 10000} \quad (3.4)$$

- A₀ : 0. dakikadaki absorbans
N : Seyreltme Faktörü (100)
c : Protein dispersiyonun protein konsantrasyonu (0,001 g/ml)
φ : Yağın hacimsel fraksiyonu (6,6/26,6 = 0.248)



Şekil 3.7. Homojenizatör

Örneklerin Emülsiyon Stabilite Endeksi değerleri, emülsiyonun 10 dakika bekletilmesinden sonra alt kısmından (sıvı fazdan) alınan 50 µl örneğin 10 ml %0,1'lik (ağırlık/hacim) SDS ile seyreltilmesi ve absorbansının spektrofotometrede (Şekil 3.8.) 500 nm'de okunması (10. dakikadaki) sonucunda elde edilen veriler eşitlik 3.5 te belirtilen formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$ESI = \frac{A_0 \times t}{A_0 - A_{10}} \quad (3.5)$$

ESİ : Dakika

A0 : 0. Dakikada absorbans

A10 : Homojenizasyon işleminden 10 dk sonra okunan absorbans

t : Emülsiyon bekleme süresi (10 dk.)



Şekil 3.8. Spektrofotometre

3.2.3.8. Köpük Kapasitesi ve Stabilitesinin Belirlenmesi

Fındık ve Susam posalarından elde edilen protein konsantrelerinin köpük kapasitesi ve stabilitesi Chabanon ve ark. (2007) tarafından belirtilen yönteme göre ölçüldü. 50 ml %5 (ağırlık/hacim) protein çözeltisi 800 Watt laboratuvar tipi homojenizatör (wisd, H6-15A, İrlanda) ile sürekli 6000 devir/dk hızında 5 dakika süre ile homojenizatörde karıştırılarak köpük oluşumu sağlandı. Örneklerin köpük kapasiteleri, eşitlik 3.6'da belirtilen % köpük kapasitesi formülü ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Köpük Kapasitesi} = \left[\frac{(V_1 - V_2)}{V_2} \right] \times 100 \quad (3.6)$$

V1: Homojenizasyon sonrası toplam hacim (ml)

V2: Homojenizasyon öncesi toplam hacim (ml)

Örneklerin köpük stabilitesi ise 100 ml'lik cam mezüre alınarak oda sıcaklığında 15, 30, 45, 60 ve 90 dakika sonundaki köpük hacmi (ml) olarak belirlenmiştir.

3.2.3.9. Protein Konsantrlerinin Çözünürlük Analizi

Lowry yöntemi, Lowry ve ark. (1951) protein analizi için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Spektrofotometrik renk ölçümüne dayalı olan bu metot iki farklı reaksiyon aşamasından oluşmaktadır.

1. Alkali ortamda bakır iyonu ile amid bağı arasında oluşan kompleks sonucu indirgenmiş bakır, Cu^+ , oluşur.

2. Folin & Ciocalteu'nun fenol reaktifi, toplam fenolik içeriği ölçmek için geliştirilmiştir. Reaktif içeriği ve protokolü ise dört adımda aşağıda belirtilmektedir.

- a) 5 g sodyum tungstat dihidrat ($Na_2WO_4 \cdot H_2O$), 1,25 g sodyum molibdat ($Na_2MoO_4 \cdot H_2O$), 2,5 ml %85 lik H_3PO_4 , 5 ml derişik HCl, 35 ml su ile karıştırılır.
- b) Çözelti 10 saat oda sıcaklığında bekletilir.
- c) 7,5 g lityum sülfat, 2,5 ml su ve birkaç damla Br_2 damlatılır. (10 saat geri soğutucu altında kaynatılıp soğutulur)
- d) 50 ml ye seyreltilir, taze hazırlanır ve ışıktan korunur.

Folin & Ciocalteu fenol reaktifi kullanılarak gerçekleştirilen bu yöntem örneğin indirgenme kapasitesini tayin etmektedir. fosfomolibdotungstik asit (Folin-Ciocalteu Belirtecisi/Ayırıcı) çözeltisinin tirozin ve triptofan amino asitleri ile reaksiyona girerek indirgenmesi sonucu mavi, mor renkli heteropolimolibden kompleksi oluşturması esasına dayanır. Reaksiyon, bakır ile protein arasında kompleks oluşumu ile başlar, alkali çözeltide, oda sıcaklığında 5-10 dakika içinde tamamlanır. Bakırın varlığı yöntemin duyarlılığını 3-15 kat artırmaktadır, çünkü Cu ile yapılan kompleks, Folin belirtecindeki Mo ve WO_4 ile birleşerek yeni bir kompleks oluşturmaktadır.

Protein miktarları, 500-750 nm dalga boyu aralığında indirgenen Folin-Ciocalteu maddesinin renk şiddeti değerleri okunarak belirlenir. Fındık ve Susam proteinleri çözünürlük verileri, Sigma Aldrich Total Protein Kit, Mikro Lowry, Petterson's Modification TP0300 ve L 3540 ürün protokolü referans alınarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler, fosfat tampon çözeltisi ile 36 kat seyreltilmiş ve protein analizleri anlatılan Folin Lowry yöntemine göre gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan Kit Reaktifleri:

A Reaktifi: 20 g Na₂CO₃, 1 L'lik 0,1 N NaOH çözeltisinde çözülerek hazırlanmıştır.

B Reaktifi: 0,5 g CuSO₄.5H₂O, 100 ml'lik %1'lik (ağırlık/hacim) sodyum tartarat çözeltisinde çözülerek hazırlanmıştır.

C Reaktifi: Kullanımdan hemen önce, 100 ml A ayırıcı ile 2 ml B ayırıcı karıştırılarak hazırlanmıştır.

D Reaktifi: Folin-Ciocalteu Lowry maddesinin 1:1 oranında saf su ile seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Hazırlanan D ayırıcı kullanıma kadar koyu bir şişede buzdolabında saklanmıştır.

Potasyum fosfat tampon çözeltisi:

pH değeri 7 olan 25 mM fosfat tampon çözeltisi hazırlamak için, 2,105 g KH₂PO₄ ile 2,174 g K₂HPO₄.3H₂O 900 ml saf suda çözülmüştür. Daha sonra 5 N KOH çözeltisi kullanılarak çözeltinin pH değeri 7' ye ayarlanmış ve hacmi 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

x mL Örnek + Oda
Sıcaklığında (2-x) mL distile su + 2,5 mL Lowry C $\xrightarrow[10 \text{ dakika}]{}$ 0,25 mL Folin-Ciocalteu Reaktifi (1:3, v/v) $\xrightarrow[30 \text{ dakika}]{}$ A 750 nm (3.7)

Lowry Reaktif Çözeltisi, bir şişe Lowry reaktif tozuna (L 3540) 40 ml su ilave edilip köpürme oluşturulmadan karıştırılarak hazırlanmıştır. Çalışma solüsyonu için kit içerisinde yer alan kehribar şişesine 18 ml fenol reaktifi aktarılmıştır (10 ml su ile çalkalanarak eklenmiştir). Toplam protein içeriği 0,4' ü geçmeyecek şekilde fosfat tamponu ile seyreltilmiştir. Protein konsantrasyonlarında 1 ml'lik örneklerin üzerine 5'er ml C ayırıcı ilave edilerek örnekler 20 dakika karanlık ortamda 25°C sıcaklıkta bekletilmiştir. Daha sonra vortekslenerek deney tüplerine 0,5 ml D ayırıcı ilave edilmiş ve örnekler 30 dakika karanlık ortamda 25°C'de inkübe edildikten sonra absorbans değeri spektrofotometre (Optima, sp 3000 uv vıs, Japonya) ile 575 nm'de referans çözeltisine karşı okunmuştur. Referans çözeltisi örnekle aynı şekilde, 1 ml örnek yerine 1 ml fosfat tampon kullanılarak hazırlanmıştır. Örnek analizleri 3'er kez eşitlik 3.7 yardımıyla tekrar edilmiş ve elde edilen değerlerin ortalamaları alınmıştır.

Protein çözünürlük derecelerinin hesaplanmasında ilk olarak, aşağıdaki denklem kullanılarak absorbans değerleri çözünen protein miktarlarına eşitlik 3.8 yardımıyla dönüştürülmüştür.

$$C \text{ (g/L)} = [0,3534 \times (\text{Absorbans Değeri}) - 0,0003] \times SF \quad (3.8)$$

SF: seyrelme faktörü

Protein miktarı yukarıdaki denklemden hesaplandıktan sonra, çözünürlük derecesi, eşitlik 3,9'da belirtilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Xp\ç = \frac{C_1 - C_0}{C_{\text{Toplam}} - C_0} \quad (3.9)$$

C_1 : Herhangi bir zamandaki protein konsantrasyonu, (g/L)

C_0 : Hidroliz öncesi ortamda bulunan çözülmüş protein miktarı, (g/L)

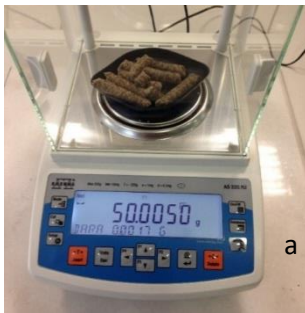
C_{Toplam} : Toplam protein konsantrasyonu, (g/L) olarak tanımlanmıştır.

Yapılan diğer çalışmalarda hazırlanan protein izolatları ve konsantrelerinin çözünürlük profilleri fındık ve susam proteininkinden farklı bir durum ortaya koymamaktadır.

3.2.4. Fındık ve Susam Protein Konsantresinin Üretim Aşamaları

3.2.4.1. Fındık ve Susam Numunelerinin Tartımı ve Öğütülmesi

Fındık ve susam konsantrelerinin üretimi için soğuk pres sonucunda elde edilmiş örnekleri hassas terazi (Radwag, PS510/C/1, Polonya) ile tartılarak üretim süreci başlatılmıştır. Proteinlerin maksimum düzeyde ekstraksiyonunu sağlamak amacıyla fındık ve susam posaları hassas terazide tartılıp 2 mm'den küçük parçalar halinde öğütülerek (Şekil 3.9.) yüzey alanı arttırılmıştır.



Şekil 3.9. Fındık Ve Susam Numunelerinin Tartımı Ve Öğütülmesi a-)Soğuk pres posaların tartımı, b-)Posaların 2 mm haline getirilene kadar öğütülmesi

3.2.4.2. Toz Numunelerin Saf Su İlave Edilerek Dispersiyonu ve Homojenizasyonu

Toz hale getirilmiş olan fındık ve susam örneklerinin ultra saf su cihazı (Millipore, Simplicity, USA) ile 1;15 oranında numunelerimize saf su ilave edilerek örneklerimiz dispers hale getirilmiştir. Çözeltimizin homojen yapıya sahip olması için 800 Watt lab Tipi homojenizatör (wisd, H6-15A, İrlanda) (Şekil 3.10.) ile sürekli 4000 rpm de 3 dakika homojenize edilmiştir.



Şekil 3.10. Proteinlerin Dispersiyonu ve Homojenizasyonu a-)Proteinlerin dispers hale getirilmesi, b-)Dispersiyonun homojenize edilmesi

3.2.4.3. Fındık ve Susam Çözeltileri, Asidifikasyonu ve Ekstraksiyonu

Hazırlanan homojen çözeltinin 1 M NaOH (Sigma, 5881, USA) ilave edilerek pH'ı 10 seviyelerine getirilmiştir. Yapılan bazifikasyon işleminin ardından manyetik karıştırıcıda (Scilogex, Ms-H280-Pro, USA) (Şekil 3.11.) 530 rpm devirde 1 saat karıştırma sağlanmıştır.



Şekil 3.11. Bazifikasyona Uğratılmış Çözelti Ekstraksiyonu

3.2.4.4. Fındık ve Susam Çözeltileri Santrifügasyonu

Bazifikasyona tabi tutulmuş fındık ve susam örneklerinin 4200 rpm de 15 dk. santrifügasyon (Selecta- Mıxtasel BL. Cham, İsviçre) (Şekil 3.12.) işlem sürecidir.



Şekil 3.12. Santrifügasyon işlemi

3.2.4.5. Fındık ve Susam Çözeltileri Bazifikasyonu

Santrifügasyon sonrası süpernatant çözelti kısmı alınarak 1 M HCl (Sigma, H1758, USA) ilave edilerek pH 4.5 seviyesine getirilmiştir. HCl ilave edilerek yapılan asidifikasyon işleminin ardından manyetik karıştırıcıda (Scilogex, Ms-H280-Pro, USA) Şekil 3.13.'te 530 rpm devirde 1 saat karıştırma sağlanmıştır.



Şekil 3.13. Sağ beherde asidifikasyona uğratılmış çözelti, sol beherde bazifikasyon aşamasındaki çözelti

3.2.4.6. Fındık ve Susam Çözeltileri Santrifügasyonu ve Proteinlerin Elde Edilmesi

Asidifikasyon sürecinden geçen çözeltiler tekrar santrifügasyon (Selecta- Mıxtasel BL. Cham, İsviçre) sürecinden geçirilmiştir (4200 rpm, 15 dakika). Santrifüj aşamasında (Şekil 3.14.) falkon tüpünde çöken kısmın yağ kısmı ayrılmış ve -30°C muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.14. Santrifügasyon ve Protein Elde Edilmesi

3.2.4.7. Liyofilizasyon

Santrifügasyon aşamasında elde edilen numunelerin kurutma işlemi (Şekil 3.15.), liyofilizatörde (Teknosem, Toros TDS 2/2V, Türkiye) -55°C 2×10^{-1} vakumlu ortamda dondurularak kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.15. Liyofilizasyon ile Kurutma İşlemi ve Kurutulmuş Numuneler
a-) Liyofilize edilen posa örnekleri, b-) Kurutulmuş protein konsantreleri

3.2.5. Fonksiyonel Protein Katkılı Köfte Üretimi

3.2.5.1. Fonksiyonel Köfte Numunelerinin Hazırlanması

Köfte örnekleri %0,3' lük (w/w) kara biber, %0,2'lik (w/w) kırmızı biber, %0,5'lik (w/w) kimyon, %5'lik (w/w) soğan tozu, %2'lik (w/w) tuz ve %7'lik (w/w) galete unu kullanılarak hazırlanmıştır. 1000 g. halinde yoğurulan köfte harcı 2'şer paralel olacak şekilde 200 g.'lık porsiyonlar halinde 5 gruba ayrılmıştır. Fındık ve susam posalarından elde edilmiş olan toz protein konsantreleri köfte reçetesinde bulunan 200 g. köfte harç içeriğine %5, 10, 15 ve 20 oranlarında fındık ve susam konsantreleri ilave edilerek numuneler elde edilmiştir. Kuru bileşenler (fındık/susam proteini, kıyma ve baharatlar), köfte harcına ilave edilerek tekrar yoğurularak karıştırılmıştır. Köfte harcı lif lif olacak şekilde yoğurulduktan sonra numuneler 8 cm çapına sahip porsiyonlama gerçekleştirilmiştir. Pişirme işlemi orta düzey ateş seviyesinde örneklerin her yüzü 3'er dk.,1'er dk. ve 15'er sn. olmak suretiyle yağ ilave edilmeden kendi yağında pişirilmiştir.

3.2.5.2. Fonksiyonel Köfte Numunelerinin Analizleri

3.2.5.2.1. Tekstür Analizi

50 kg load cell (yük hücresi)'ne sahip tekstür analizi cihazı (Şekil 3.16.) (TA-XT Plus, Texture Analyser, İngiltere) kullanılmıştır. Köfte örneklerinde kompresyon (sıkıştırma) testleri gerçekleştirilmiş ve böylece örneklerin TPA (tekstür analiz) profilleri belirlenmiştir. Her bir farklı gruptaki köfte örneklerinden aynı kalınlıkta dilimler kesilerek Tekstür analiz cihazında okumalar yapıp, sonuçlar değerlendirilmiştir (Anonim 2014). Tekstür profil analizleri (TPA), tekstür analiz cihazına ait yazılım programı kullanılarak 22°C oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Tekstür ölçümü için küp şeklinde porsiyonlanmış pişmiş köfteler 1,5 cm yüksekliğinde dilimlenmiş ve her örnek için 2 paralel olarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analiz kapsamında köfteler oda sıcaklığında %50 kompresyon uygulanmış, pişmiş köfte numuneleri üzerinde yapılan analiz sonuçları geri kazanım (esneklik, resilience) olarak tespit edilmiştir (Crehan ve ark. 2000, Bozkurt ve Bayram 2006, Herrero ve ark. 2007).



Şekil 3.16 Tekstür Analiz Cihazı

3.2.5.2.3. Boyut Analizi

Porsiyonlanmış köfte numunelerinin çiğ ve pişmiş olarak boyut ölçümü yapılmıştır. % Boyut küçülmesi formülü yardımıyla köftelerde belirlenen boyut küçülmesi nicel olarak cetvel kullanılarak belirlenmiştir. Geleneksel metot olan boyut küçülmesinin belirlenmesinde eşitlik 3.10' da belirtilen % boyut küçülmesi formülü kullanılmıştır.

$$\text{Boyut Küçülmesi (\%)} = \frac{[\text{Çiğ Köfte Alanı} - \text{Pişmiş Köfte Alanı}]}{\text{Çiğ Köfte Alanı}} \times 100 \quad (3.10)$$

3.2.5.2.4. Köfte Duyusal Analizi

Köftelerde duyusal analiz çalışmasında gıda kalite karakteristikleri kapsamında duyusal karakteristik yöntemleri (görünüm, sertlik, sululuk, aroma ve genel kabul) esas alınmıştır. Duyusal analiz yedi panelist ile yapılmıştır. Panel üyeleri Namık Kemal Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji öğretim üyeleri ve yüksek lisans öğrencilerinden seçilmiştir. Köfteler 8 cm çapında porsiyonlanıp her bir yüzeyi dört dakika on beş saniye olmak üzere granit bakır ızgara tavaında 2 kg'lık dar çemberli tüp ile laboratuvar ortamında pişirilmiştir. Pişmiş köfteler 1-9 arasında sayılarla rastgele kodlanmıştır. Panelistler 1 adet kontrol, 4 adet (%5,10,15,20) fındık protein içerikli, 4 adet (%5,10,15,20) susam protein içerikli tek oturumda toplam 9 numuneyi değerlendirmişlerdir. Panelistlere köfte duyusal analizi sırasında ağız tadını temizlemek için ekmek ve oda sıcaklığında su verilmiştir.

Duyusal analize katılan panelistler 0-9 skalası kullanarak köftelerin görünüm, sertlik, sululuk, aroma ve genel kabul durumlarını objektif bir durumda değerlendirmişlerdir. Panelistler değerlendirmeleri 1-2-3 (kötü), 4-5-6 (orta), 7-8 (iyi) ve 9 (çok iyi) puan aralığındaki hedonik skala kullanarak yapmışlardır (Gök 2006).

Porsiyonlamada protein kullanım oranları aşağıdaki gibi numaralandırılmıştır. Porsiyonlama işlemi yapılırken hazırlayıcıların analiz yapamayacağı ve çıkarımlarda bulunamayacakları şekilde karışık bir şekilde oranlama gerçekleştirilmiştir. Kıymaya farklı oranlarda karışık olarak fındık ve susam protein konsantreleri ilave edilerek numaralandırılmış numuneler sırasıyla 1.(%10), 2.(%5), 3.(%15), 4.(%20), 5.(%5), 6.(10), 7.(%15), 8.(%20), 9.(%0-Kontrol) hazırlanarak köfte haline getirilmiştir.

3.2.5.2.5. Renk Analizi

Renk ölçümü masaüstü spektrofotometresi (Şekil 3.17) (Konica Minolta, CM-5, Japonya) ile yapılmıştır. Renk yoğunluğu belirlenecek örnek ürünleri renk tayin cihazının projeksiyon tüpüne yaklaştırılarak $L^*a^*b^*$ değerleri belirlenir. $L^*a^*b^*$ değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alınır. (L) ışık değeri veya aydınlık derecesini (parlaklığı) ölçer ve 100 tam beyaz, 0 siyah arasında değişir. Renk tayin cihazının (a) değeri kırmızılık ve yeşilliği, (b) değeri ise sarılık ve maviliği ölçer.

a : +60 ise kırmızı, 0'da gri, - 60 ise yeşil

b : +60 ise mavi, 0'da gri, - 60 ise sarı renkleri analiz edilmektedir.



Şekil 3.17. Renk Tayini Cihazı

3.2.6. Fonksiyonel Protein Katkılı Mayonez Üretimi

3.2.6.1. Fonksiyonel Mayonez Numunelerinin Hazırlanması

Mayonez örnekleri %81'lik (w/w) Ayçiçek yağı, %10'luk (w/w) taze yumurta (akı ve sarısı), %1'lik (w/w) tuz, %1'lik (w/w) şeker ve %7'lik (w/w) elma sirkesi kullanılarak hazırlanmıştır. Fındık ve susam posalarından elde edilmiş olan toz protein konsantreleri mayonez reçetesinde bulunan yumurta içeriği ile %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında yer değiştirilmesi ile elde edilmiştir. Kuru bileşenler (fındık/susam proteini, tuz ve şeker), beher içinde kuru bileşene toplam sirke katılarak 5 dk. karıştırılmıştır. Yağ, karışıma emülsiyon oluşturmak için azar azar sürekli karıştırarak ilave edilmiştir. Tüm yağ ilave edildikten sonra 5 dk. süre ile karıştırmaya devam edilmiştir. Karıştırma işlemi el blendır seti (Arçelik, K1260 RHB, Türkiye) ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.2. Fonksiyonel Mayonez Numunelerinin Analizleri

3.2.6.2.1. Reolojik Analiz

Reolojik ölçümler reometre (TA Instruments, Discovery Hybrid Rheometers, İngiltere) (Şekil 3.18.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mayonez örneklerinin akış özellikleri, 4°C'de 40 mm yarıçapa sahip paralel çelik levhalar sensör sistemi kullanılarak analizi yapılmış ve eşitlik 3.11.' de belirtilen Herschley-Bulkley modeli kullanılarak modelleme ve yorumlama gerçekleştirilmiştir.

Literatürde, mayonez üzerine yapılan çalışmalara göre akma gerilimi, endüstriyel proseslerde önemli bir kalite kontrol kriteridir. Farklı üretim hatlarından gelen ürünlerin karakteristikleri bu şekilde karşılaştırılabilmektedir (Ahmed, 2004). Mayonez örneklerinin reolojik özelliklerinin modellenmesinde endüstriyel uygulamalarda akma gerilimi çok önemli bir parametre olduğu için Herschel-Bulkley modeli kullanılarak çalışma yürütülmüştür. Mayonez örneklerinin reolojik özelliklerine kayma hızının etkisini incelemek için 0,1-100 1/s kayma hızı aralığında her örnekte iki tekrar yapılarak reolojik ölçümler uygulanmıştır. Ölçümlerde kayma hızı 0,1 1/s'den 100 1/s'e gitmekte ve sonra beklemeden 100 1/s'den 0,1 1/s'e dönmektedir. Örneklere çok basamaklı kayma hızı programı uygulanmıştır. Ölçümlerde 0-100 1/s kayma hızı aralığında 100 noktada kayma gerilimi ve viskozite değeri alınmıştır. Elde edilen verilerden akış eğrisi ve viskozite eğrisi çizilerek, örneğin reolojik davranışı değerlendirilmiştir. Örneklereki tiksotropi (Pa·s-1), inis ve çıkış eğrilerinin arasında kalan alanın reometrenin yazılım programı kullanılarak akma gerilimi (τ_0), kıvam indeksi (K) ve akış davranış indeksi (n) sabitleri belirlenmiştir. Programdan elde edilen verilerden viskozite eğrisi (kayma hızına bağlı viskozite grafiği) çizilerek örneğin reolojik davranışı değerlendirilmiştir.

$$r = \tau_0 + K(\dot{\alpha})^n \text{ (Herschel Bulkley Modeli)} \quad (3.11)$$

Yukarıdaki formülde, r: kayma gerilimini, τ_0 : akma gerilimi (yield stress)(s-1), K: kıvam katsayısını (Vizkozite) (Pa·sn), n akış davranış indeksini ve α ise akma gerilimini ifade etmektedir.



Şekil 3.18. Reometre Cihazı

3.2.6.2.2. Renk Analizi

Mayonez numunelerinde renk ölçümü, 3.2.5.2.5. 'de belirtilen şekilde yapılmıştır.

3.2.6.2.3. Asitlik Derecesi

Mayonez örnekleri masaüstü pH metre (Şekil 3.19.) (Hanna Instruments, HI2211-02, Romanya) ile asitlik derecesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.19. Ph metre Cihazı

3.2.6.2.4. Emülsiyon Stabilitesi

Mayonez örnekleri, Sathivel ve ark. (2005) tarafından kullanılan emülsiyon stabilite testi metoduna göre ölçülmüştür. Örnekler (20 g), 50 mL'lik santrifüj tüpüne konulmuş ve -18°C'de 2 gün depolanmışlardır. Oda sıcaklığında 1 saat süre ile su banyosunda (Şekil 3.20.) (Mettler, SV1422, Almanya) çözündürülmüş ve -2°C'de 12000g kuvvette 40 dakika santrifüjlenmiştir (Selecta- Mıxtasel BL. Cham, İsviçre). Ayrılan yağ miktarı ölçülmüştür. Ayrılan yağ yüzdesi, ayrılan yağ miktarının örnek miktarına (20 g) oranıdır. Ölçümler iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Mayonez örneklerinin % emülsiyon stabilitesinin hesaplanmasında eşitlik 3.12 kullanılmıştır.

$$\text{Emülsiyon Stabilitesi (\%)} = \frac{\text{Isıtma sonrası emülsiyon oluş.katmanının hacmi}}{\text{Tüp içindeki toplam içeriğin hacmi}} \times 100 \quad (3.12)$$



Şekil 3.20. Su Banyosu

3.2.6.2.5. Mayonez Örneklerinin Duyusal Analizi

Mayonezde duyusal analiz çalışmasında gıda kalite karakteristikleri kapsamında duyusal karakteristik yöntemleri (koku, renk, aroma, parlaklık, kıvam (kaşık), kıvam (Ağız), lezzet ve ürünün genel kabulü) esas alınmıştır. Mayonezlerde duyusal analizi yedi panelist ile yapılmıştır. Panel üyeleri Namık Kemal Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji öğretim üyeleri ve yüksek lisans öğrencilerinden seçilmiştir. Mayonezler 10 g. lık kaplara porsiyonlanmıştır. Porsiyonlanmış mayonezler 100 – 170 arasında sayılarla rastgele kodlanmıştır. Panelistler 1

adet kontrol, 5 adet (%5, %10, %15, %20, %25) fındık protein içerikli, 5 adet (%5, %10, %15, %20, %25) susam protein içerikli tek oturumda toplam 11 numuneyi değerlendirmişlerdir. Panelistlere mayonez duyuşal analizi sırasında ağız tadını temizlemek için ekmek ve oda sıcaklığında su verilmiştir.

Duyusal analize katılan panelistler 0-9 skalası kullanarak mayonezlerin koku, renk, aroma, parlaklık, kıvam (kaşık), kıvam (Ağız), lezzet ve ürünün tercih edilme durumlarını objektif bir koşulda değerlendirmişlerdir. Panelistler değerlendirmeleri 1-2-3 (kötü), 4-5-6 (orta), 7-8 (iyi) ve 9 (çok iyi) puan aralığındaki hedonik skala kullanarak yapmışlardır (Gök 2006).

3.2.7. İstatistik Analiz

Çalışmada yer alan örneklerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine ait veriler, JMP PRO paket programı kullanılarak, tek yönlü varyans analizi (one way- ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Analiz sonucu önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık, Tukey çoklu karşılaştırma testi ile $p<0,05$ düzeyinde test edilmiştir (Abdi ve Williams, 2010).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Fındık ve Susam Protein Konsantresinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

4.1.1 Protein Konsantreleri Nem, Kül ve Protein Oranları

Çizelge 4.1. Fındık ve Susam Örneklerinin % Nem, % Kül ve % Protein Miktarları

ANALİZLER			
Örnekler	Nem %	Kül %	Protein %
Fındık	2,16±0,04	1,3±0,03	89,30±0,04
Susam	1,65±0,04	1,43±0,04	80,95±0,04

Kuru madde formunda fındık ve susam protein küspesi içerisinde % ifade olarak belirtilen ölçümler (Nem, Kül ve Protein) 3 paralelli olarak yapılmış olup değerlerin ortalamaları standart sapma ile birlikte çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1'den görüleceği gibi, laboratuvar ortamında üretilen fındık küspesi protein değeri %89,30±0,04 (kuru maddesinde) olarak bulunmuştur. Susam küspesi protein değeri ise %80,95±0,04 (kuru maddesinde) olduğu tespit edilmiştir. Kuru maddedeki protein oranı %90'ın altında kaldığı için elde edilen ürün protein konsantresi şeklinde adlandırılmaktadır. Protein konsantreleri en az %65 (kuru maddesinde) protein içeriğine sahiptirler (Aluko, 2004). Bu kapsamda, fındık ve susam küspelerinden elde edilen proteinler konsantre olarak adlandırılmaktadır.

Soğuk sıkım ile elde edilen fındık ve susam protein konsantrelerinin izoelektrik yöntemi kullanılarak elde edilmesi, işlem görmemiş halde kuru madde olarak bulunan ham madde liyofilizatör ile kurutma işlemi yapıldığında nem ve kül içerikleri gerçekleştirilen buharlaştırma ve yakma işlemlerinden dolayı düşük bulunmuştur. Fındık ve susam protein konsantrelerinin protein değerinin yüksek oluşu protein katkısı olarak endüstride kullanılma potansiyelini ortaya koymaktadır.

4.1.2 Su Tutma ve Yağ Tutma Kapasitesi

Protein katkılarının yapıda tuttukları su, gıdaların yapısal niteliklerini ve diğer çeşitli özelliklerini geliştirmesini sağlamaktadır. Su tutma yoluyla protein, su alarak şişer ve böylece karakteristik olan tekstür, viskozite gibi gıdanın önemli bazı reolojik özellikleri ortaya çıkar. Su tutma kapasitesi çorba, sos ve fırıncılık ürünleri gibi viskozitesi yüksek gıda maddeleri için önemli bir fonksiyonel özelliktir. Bu ürünlerde proteinlerin çözünmeden suyu tutmaları ve bu sırada viskoziteyi arttırıp kıvam ve yapı kazandırmaları gerekmektedir (Seena ve Sridhar, 2005). Bu nedenle gıda proteinlerinin su tutması büyük önem taşımaktadır. Protein molekülünün su tutma yeteneği şeklin, boyutun, hidrofobik ve hidrofilik etkileşimlerin bir fonksiyonudur. Su tutma yeteneği lipit ve karbonhidrat içeriğinden ve yüzeydeki aminoasit kalıntılarının özelliklerinden etkilenmektedir (Saldamlı ve Temiz, 1998).

Protein ve yağlar arasındaki etkileşim birçok gıdanın duyu kalitesini etkilemektedir. Bu etkileşimler sıcaklık, pH, iyonik güç ve sistemdeki diğer değişkenler tarafından yönlendirilebilmektedir. Çözünürlüğü düşük ve yüksek hidrofobik özellikteki proteinlerin büyük miktarlarda yağ bağlayabildikleri görülmektedir. Ufak partikül boyutunda ve düşük yoğunluklu protein konsantresi yüksek yoğunluklu protein konsantresinden daha fazla yağ tutabilir. Protein konsantrelerinde bulunabilecek karbonhidratların yağ tutmada önemli bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir (Cheftel ve ark., 1985).

Proteinlerin su tutma kapasiteleri, protein izolatu eldesi sırasında protein pıhtısının dondurarak kurutulması öncesinde nötralize edilmesi ile geliştirilebilir (Fernandez-Quintela ve diğ., 1997).

Mayonez ve köfte reçetelerinde kullanılmak üzere fındık ve susam posalarından hazırlanan protein konsantrelerinin su ve yağ tutma kapasiteleri Çizelge 4.2.'de sunulmuştur. Protein konsantresinin su tutma kapasitesi (fındıkta; $2,06 \pm 0,01$ (g/g), Susamda; $1,96 \pm 0,01$ (g/g)) yağ tutma kapasitesi ise (fındıkta; $2,59 \pm 0,03$ (g/g), Susamda; $2,37 \pm 0,02$ (g/g)) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Fındık ve Susam Küşesi Proteini Konsantrelerinin Su ve Yağ Tutma Kapasitesi Değerleri.

Örnekler	Su Tutma Kapasitesi (g/g)	Yağ Tutma Kapasitesi (g/g)
Fındık Protein Konsantresi	2,06±0,01 ^A	2,59±0,03 ^A
Susam Protein Konsantresi	1,96±0,01 ^B	2,37±0,02 ^B

Yüksek su tutma kapasiteli ürünler, gıda sistemi içindeki diğer bileşenlerin su kaybetmesine neden olmaktadır (Xu ve Diosady, 1994).

Fındık ve susam protein konsantreleri suya göre yağı daha iyi absorplama özelliğine sahiptir. Bu özellik, kek ve bisküit gibi unlu ürünlerde ağız dokusunun ve aromanın ağızda kalma süresinin geliştirilmesi gibi avantajlar sağlayabilmektedir (Khalil, 2001). Ayrıca, et ürünlerinde kullanıldıklarında su ve yağ kaybını azaltarak ürünün raf ömrünü uzatabilirler ve lezzetini geliştirirler (Guerrero ve diğ., 2002).

4.1.3. Protein Çözünürlüğü

4.1.3.1. Veriler ve Hesaplamalar

4.1.3.1.1. Yöntem için standart eğrinin hazırlanması

Çözünen protein miktarının tayini için, sığır serum albumini (BSA) Bovin Serum Albumin fosfat tampon çözeltisinde çözülerek belirli konsantrasyonlarda (Çizelge 4.3.) hazırlanmış ve standart olarak kullanılmıştır. Hazırlanan BSA çözeltilerinin konsantrasyon değerleri ve bu değerlere karşılık 750 nm dalga boyunda okunan absorbans değerleri (Çizelge 4.3.'te), ortalama absorbans değerlerine karşı çizilen standart eğri (Şekil 4.1.'de) verilmiştir. Protein konsantrasyonu hesaplamak için kullanılan denklem Lineer regresyon analizi sonucunda;

$$C \text{ (g/L)} = 0,3534 \times (\text{Absorbans Değeri}) - 0,0003 \quad (4.1)$$

olarak belirlenmiştir. Elde edilen eşitlik 4.1' te bulunan denklem için standart sapma ve regresyon katsayısı (R^2) değerleri sırasıyla 0,0048 ve 0,9933 olarak bulunmuştur.

Protein çözünürlüğü (Eşitlik 4.2) ($Xp\ç$);

$$Xp\ç = \frac{C_t - C_0}{C_{Toplam} - C_0} \quad (4.2)$$

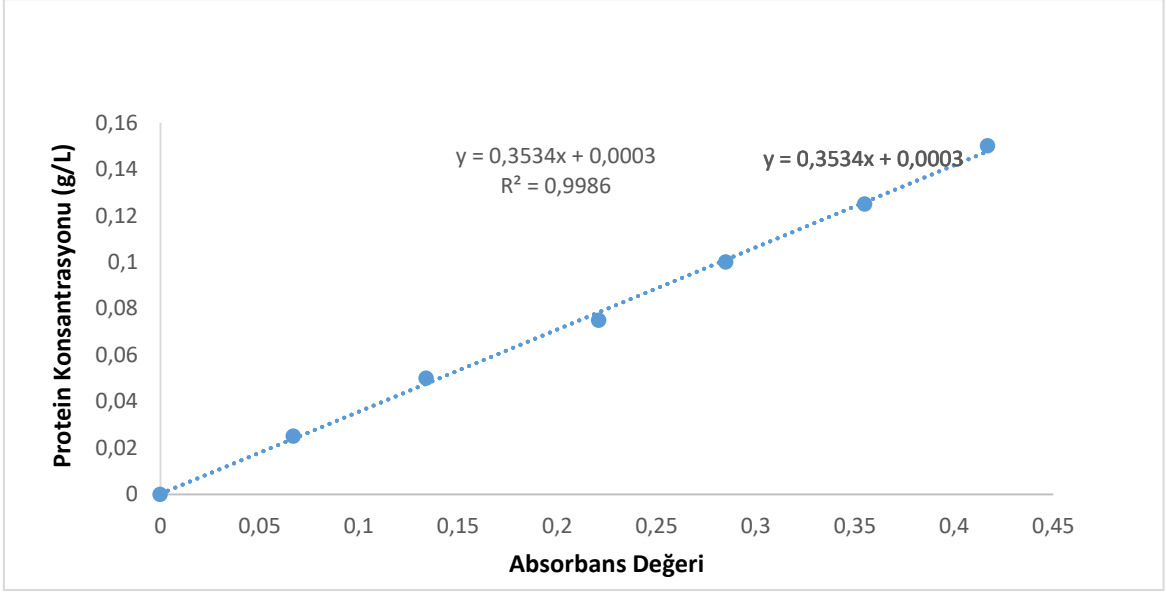
C_t : Herhangi bir zamandaki protein konsantrasyonu, (g/L)

C_0 : Hidroliz öncesi ortamda bulunan çözünmüş protein miktarı, (g/L)

C_{Toplam} : Toplam protein konsantrasyonu, (g/L) olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.3. Folin Lowry Yöntemi İçin BSA Standart Eğri Verileri

BSA Kons. (mg/ml)	Absorbans	C - Çözünen protein miktarı	XPÇ - Protein Çözünürlük Derecesi	Protein % Çözünürlük
0,00	0,00±0,00 ^G	0,00	0,00	0,00
0,02	0,06±0,00 ^F	0,83	0,00	4,19
0,05	0,13±0,00 ^E	1,69	0,04	8,47
0,07	0,22±0,00 ^D	2,80	0,10	14,00
0,10	0,28±0,01 ^C	3,61	0,14	18,07
0,12	0,35±0,04 ^B	4,50	0,19	22,52
0,15	0,41±0,00 ^A	5,29	0,23	26,47



Şekil 4.1. Protein Analizinde Kullanılan BSA Kalibrasyon Eğrisi

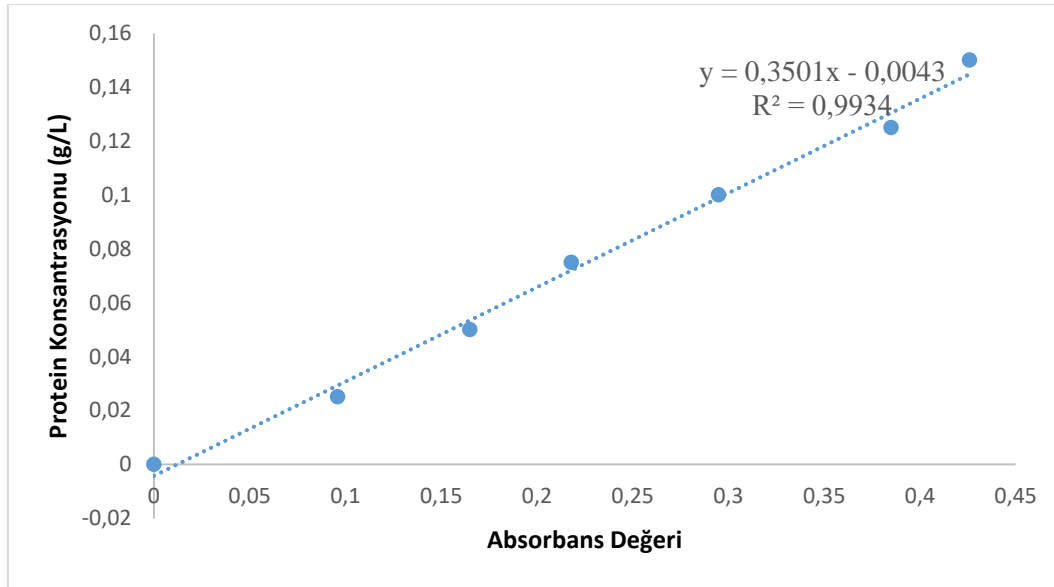
Analizler sonucunda elde edilen ortalama absorbans değerleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Protein çözünürlük derecesinin hesaplanması aşağıda ayrıntılı şekilde açıklanmış ve hesaplanan değerler aynı çizelgede gösterilmiştir.

Susam protein konsantrasyonunun 0,02 – 0,15 aralığındaki protein çözünürlük profili Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2'de verilmiştir. Maksimum çözünürlük ($0,42 \pm 0,01^A$) 0,15'de gözlenmiş ve bu değer diğer konsantrasyonlardaki çözünürlük değerlerinden önemli düzeyde farklılık ortaya koymuştur ($p < 0,05$).

Susam protein konsantrasyonunda en düşük çözünürlük ($0,09 \pm 0,01^F$) ile 0,02' de elde edilmiş ve bu konsantrasyonlardaki çözünürlük değeri 0,05, 0,07, 0,10, 0,12, 0,15 değerlerden önemli bir farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$). Protein konsantrasyonu ile çözünürlüğün lineer olarak artışı protein denatürasyonunun olmadığını ortaya koymaktadır. Protein denatürasyonunun temel nedeni ise 50°C 'de uygulanan kurutma işlemi olabilir. Susam ve fındık numunelerimizde kurutma işlemini yüksek sıcaklık uygulaması kullanmadığımız için protein çözünürlüğünde lineer bir artış ortaya çıkmış olabilir.

Çizelge 4.4. Susam Konsantreleri İçin Folin Lowry Yöntemi Analizi Sonucunda Elde Edilen Veriler Ve Protein Miktar Ve Çözünürlük Değerleri

Susam Protein Kons. (mg/ml)	Absorbans	C - Çözünen protein miktarı	XPC - Protein Çözünürlük Derecesi	Protein % Çözünürlük
0,00	0,00±0,00 ^G	0,00	0,00	0,00
0,02	0,09±0,01 ^F	1,05	0,00	5,27
0,05	0,16±0,00 ^E	1,92	0,04	9,62
0,07	0,21±0,01 ^D	2,59	0,08	12,96
0,10	0,29±0,00 ^C	3,56	0,13	17,81
0,12	0,38±0,01 ^B	4,69	0,19	23,48
0,15	0,42±0,01 ^A	5,21	0,21	26,07



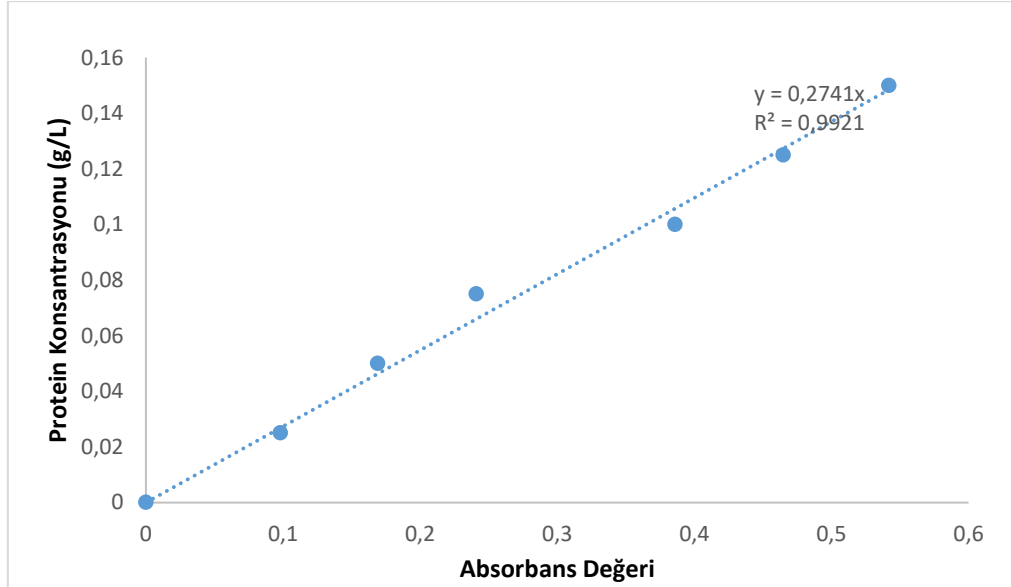
Şekil 4.2. Susam Protein Konsantreleri Çözünürlüğünün Folin Lowry Yöntemi Analizi Sonucunda Standart Eğri Verileri

Fındık protein konsantrisinin 0,025 – 0,15 aralığındaki protein çözünürlük profili Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Maksimum çözünürlük ($0,54±0,01^A$) 0,15'de gözlenmiş ve bu değer diğer konsantrasyonlardaki çözünürlük değerlerinden önemli düzeyde farklılık ortaya koymuştur ($p<0,05$).

Fındık protein konsantrisinde en düşük çözünürlük ($0,09 \pm 0,01^F$) ile 0,02' de elde edilmiş ve bu konsantrasyonlardaki çözünürlük değeri 0,05, 0,07, 0,10, 0,12, 0,15 değerlerden önemli bir farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$).

Çizelge 4.5. Fındık Konsantreleri İçin Folin Lowry Yöntemi Analizi Sonucunda Elde Edilen Veriler ve Protein Miktar ve Çözünürlük Değerleri

Fındık Protein Kons. (mg/ml)	Absorbans	C - Çözünen protein miktarı	XPC - Protein Çözünürlük Derecesi	Protein % Çözünürlük
0,00	$0,00 \pm 0,00^G$	0,00	0,00	0,00
0,02	$0,09 \pm 0,01^F$	0,96	0,00	4,83
0,05	$0,16 \pm 0,01^E$	1,66	0,03	8,33
0,07	$0,24 \pm 0,00^D$	2,37	0,07	11,88
0,10	$0,38 \pm 0,01^C$	3,80	0,14	19,03
0,12	$0,45 \pm 0,03^B$	4,58	0,19	22,93
0,15	$0,54 \pm 0,01^A$	5,34	0,23	26,73



Şekil 4.3. Fındık Protein Konsantreleri Çözünürlüğünün Folin Lowry Yöntemi Analizi Sonucunda Standart Eğri Verileri

Protein çözünürlüğü, denatürasyonun ve interaksiyonların bir göstergesi olarak kullanılabilir. Ayrıca protein çözünürlüğü fonksiyonellik için de belirleyici bir faktördür. Örneğin üstün emülsiyon özellikleri için yüksek çözünürlük gerekli olmaktadır.

Bir proteinin çözünürlüğü, ortam pH'sı, iyonik güç, ortam sıcaklığı ve protein konsantrasyonu ile ortamdaki organik çözücü gibi faktörlerin varlığına bağlıdır. Proteinin çözünürlüğü ile ilgili bilgiler, doğal kaynaklardan proteinlerin ekstrakte edilip saflaştırılması aşamalarında büyük önem taşımaktadır. Bu özelliğin bilinmesi, proteinlerin gıda endüstrisinde kullanım olanaklarını da yönlendirmektedir (Cheftel ve ark. 1985).

4.1.4. Köpük kapasitesi ve Stabilitesi

Çizelge 4.6. Fındık Ve Susam Küspesi Protein Konsantrelerinin Köpük Oluşturma Kapasitesi Değerleri

<u>ÖRNEKLER</u>	pH	Çırpma öncesi hacim (ml)	Çırpma sonrası hacim (ml)	Köpük Kapasitesi
	3	50	100,65	101,26±0,05 ^C
1.Fındık	5	50	101,45	102,96±0,05 ^B
	7	50	102,92	105,76±0,05 ^A
	3	50	101,85	103,66±0,05 ^C
2.Susam	5	50	105,87	111,63±0,05 ^B
	7	50	111,95	123,86±0,05 ^A

Asidik pH koşullarında (pH < 6) fındık ve susam protein konsantresi istatistiksel olarak (p < 0,05) daha düşük hacimli köpük oluşturmaktadır. Bu sonuç, fındık ve susam protein konsantresinin bazik koşullarda çözelti içinde daha esnek bir protein yapısına sahip olduğunu ve hava-su arayuzunda daha kuvvetli etkileşim göstererek daha stabil köpükler oluşturduğunu göstermektedir.

Köpük, ince sıvı tabakası (lamella fazı) ile ayrılmış hava hücrelerinden oluşan 2 fazlı bir sistem olarak tanımlanır. Bu sistem sabit olmadığından, stabilizasyonu artırmak amacıyla hava/su ara yüzeyindeki gerilimi azaltacak yüzey aktif moleküllere ihtiyaç duyulur. Çırpma veya hava enjekte etme süresince köpük oluşumu için en önemli ihtiyaç, oluşturulan yeni ara yüzeyin serbest enerjisinin bir yüzey aktif madde yardımı ile hızla azaltılmasıdır (Makri ve ark., 2005).

Köpük oluşumu ve özellikleri, proteinin tipi, hazırlama metodu, kompozisyonu, çözünürlüğü ve konsantrasyonundan, ortam pH'sından, tuzların varlığından ve hidrofobik interaksiyonlardan etkilenmektedir. Değişik uygulamalar sonucu ortaya çıkan etkileşimler ve moleküler değişimler köpük davranışını etkilemektedir. Moleküler esneklik, yüzey hidrofobisitesi, net yük, yük dağılımı ve hidrodinamik özellikler köpük oluşumunu ve stabilitesini etkilemektedir (Massoura ve ark., 1998).

Esnek protein molekülleri iyi bir köpürme yeteneğine sahiptirler. Yüzey denatürasyonu oldukça zor olan globüler proteinler ise düşük köpürme yeteneği göstermektedirler. Yüksek köpük stabilitesi sürekli fazda çözünebilen proteinlerin yüzey aktif özelliğinden kaynaklanmaktadır. Konsantrasyondaki artış viskozite artışına yol açan protein-protein etkileşiminin artmasına neden olur. Bu da ara yüzeyde yapışkan çoklu tabaka protein filminin oluşumunu kolaylaştırır. Bu tabaka, köpüklerin sönmeye ve birleşmesine karşı direnç gösterir (Kaur ve Singh, 2007).

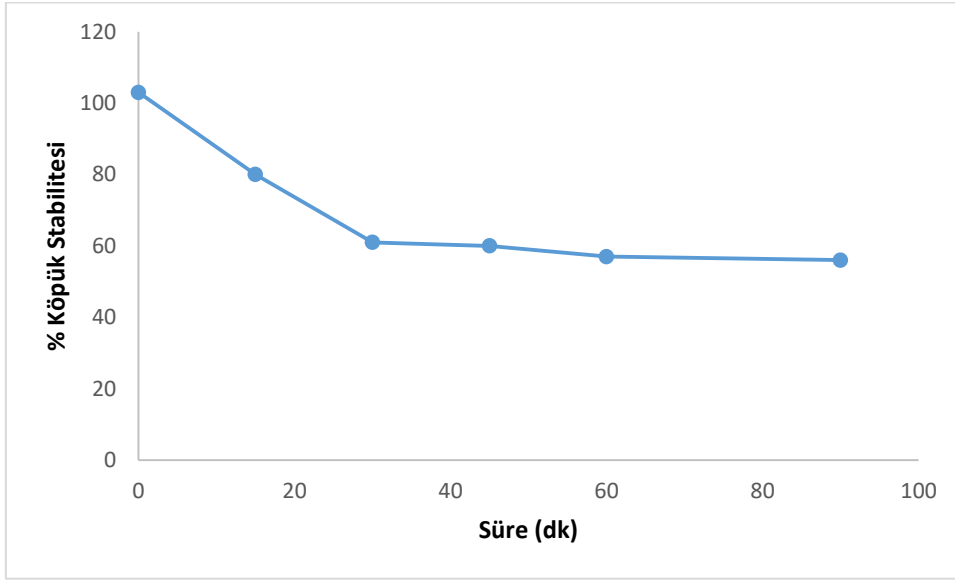
Genellikle, susam proteini, istatistiksel olarak fındık proteinine göre daha iyi köpük oluşturma özelliği göstermektedirler ($p < 0,05$). Alkali pH değerlerinde fındık ve susam proteinlerinin köpük kapasitesi istatistiksel olarak negatif yük yoğunluğunun artması ile artmaktadır ($p < 0,05$). Yük yoğunluğunun artması ile protein moleküllerinin yapısındaki hidrofobik bağlar zayıflar ve köpük oluşumunu kolaylaştıran daha esnek bir yapı kazanırlar (Aluko ve ark. 2001; Guerrero ve ark. 2002).

Fındık ve Susam protein konsantrelerinin köpük oluşturma kapasiteleri Çizelge 4.6.'da belirtilmektedir. Çizelge incelendiğinde en çok köpük kapasitesine sahip örnek olarak pH:7 seviyesinde susam protein konsantresi olduğu saptanmıştır. Fındık protein konsantresinde de aynı şekilde pH:7 seviyesinde en çok köpük kapasitesine ulaşmıştır.

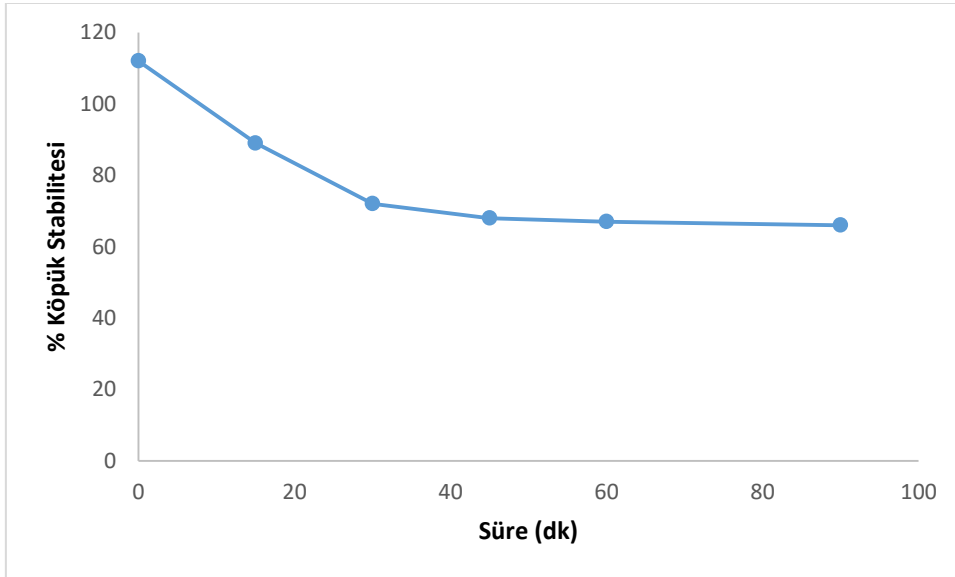
Protein çözeltilerinden oluşturulan fındık ve susam proteinleri köpük stabiliteğinde zamanla (0-90 dakika) gözlenen değişim Çizelge 4.7. ve Şekil 4.4'te verilmiştir. Fındık ve susam protein konsantresi 15. dakikada hızlı bir oranda köpük miktarında azalma gösterilen 30. dakikadan sonra daha yüksek bir stabiliteye sahip olmuştur. Ancak fındık ve susam değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

Çizelge 4.7. Köpük Stabilitesi

	Çırpma öncesi hacim (ml)	Köpük Stabilitesi					
		0 Dk.	15 Dk.	30 Dk.	45 Dk.	60 Dk.	90 Dk.
1.Fındık	50	103,23±0,05 ^A	80,43±0,05 ^B	61,26±0,05 ^D	62,33±0,05 ^C	59,46±0,05 ^E	56,73±0,05 ^F
2.Susam	50	112,36±0,05 ^A	89,56±0,05 ^B	72,43±0,05 ^C	68,83±0,05 ^D	67,53±0,05 ^E	66,33±0,05 ^F



Şekil 4.4. Fındık Köpük Stabilitesi



Şekil 4.5. Susam Köpük Stabilitesi,

4.1.5. Emülsiyon Aktivitesi ve Stabilitesi

Yüzey hidrofobisitesi ve protein konsantrasyonu proteinlerin emülsiyon özelliklerini belirleyen temel karakteristiklerdir. Emülsiyon aktivite indeksi (EAI); proteinin emülsiyon oluşumu süresince su/yağ ara yüzeyine hızlı bir şekilde adsorblanabilme yeteneğini yansıtır. Emülsiyon stabilite indeksi (ESI) ise proteinin belirli bir süre stabil bir emülsiyon sağlayabilme yeteneğinin ölçüsüdür (Subagio, 2006). Proteinin kaynağı, konsantrasyonu, çözünbilme yeteneği, pH, sıcaklık, ekipman ve metot gibi çeşitli faktörler ve koşullar proteinlerin emülsifiyer niteliklerini etkilerler. Protein konsantrelerinin emülsifiyer özellikleri genel olarak suda çözünürlük profilleri ile benzerlik göstermektedir (Bilgi ve Çelik, 2004). Numunelerin emülsiyon aktivitesi indeksi eşitlik 4.6 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$EAI \left(\frac{m^2}{g} \right) = \frac{2 \times 2.303 \times A_0 \times N}{c \times \phi \times 10000} \quad (4.6)$$

A₀ : 0. dakikadaki absorbans

N : Seyreltme Faktörü (100)

c : Protein dispersiyonun protein konsantrasyonu (0,001 g/ml)

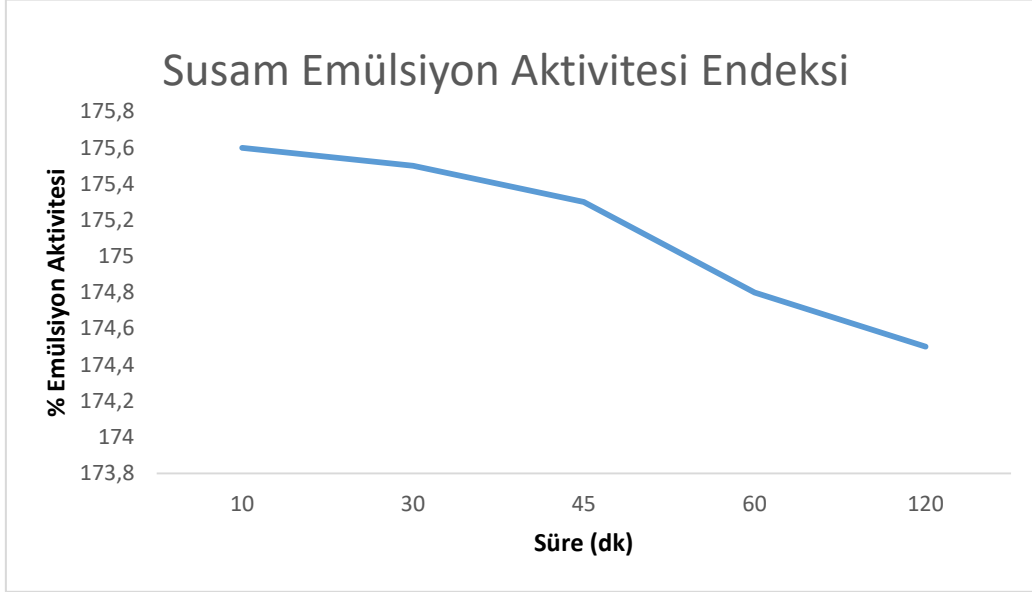
φ : Yağın hacimsel fraksiyonu (6,6/26,6 = 0,248)

Çizelge 4.8. Susam Küspesi Protein Konsantreleri Emülsiyon Aktivite Ve Stabilitate İndeksi Kapasite Değerleri

Süre	EAI (m ² /g)	ESI (dakika)
10. Dk	175,56±0,05 ^A	49,33±0,05 ^A
30. Dk	175,53±0,05 ^A	49,26±0,05 ^A
45. Dk	175,33±0,12 ^A	48,83±0,05 ^B
60. Dk	174,80±0,08 ^B	48,66±0,05 ^C
120. Dk	174,53±0,05 ^C	48,53±0,05 ^C

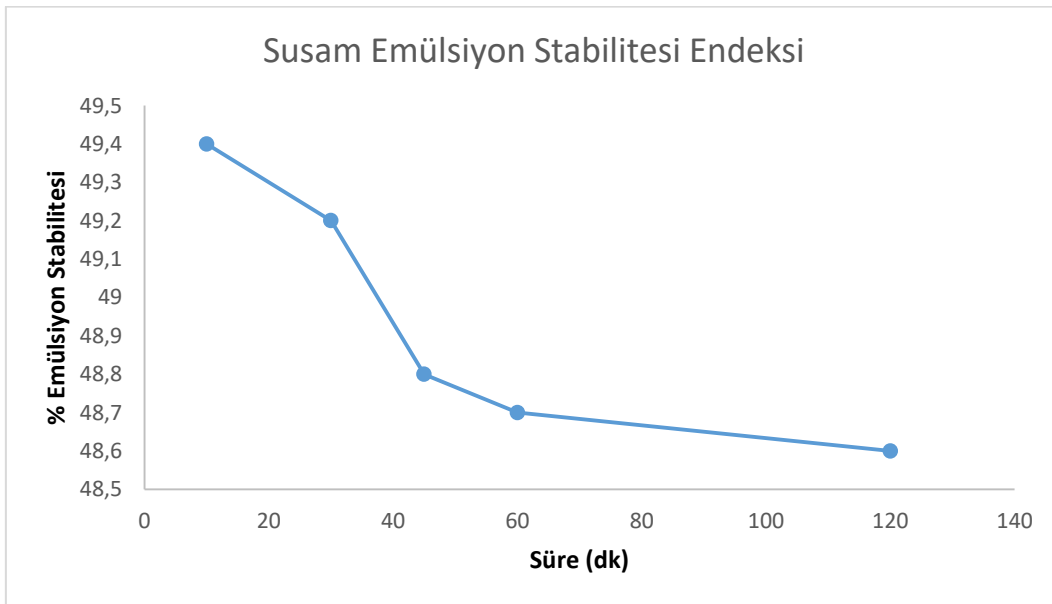
Susam protein konsantresine ait emülsiyon aktivite endeksi Çizelge 4.8.'de sunulmuştur. Çizelgeden de izlenebileceği gibi EAI değerleri susam küspesi protein konsantreleri için 174,8 m²/g olarak tespit edilmiştir. Susam küspesi protein konsantresi

zaman geçtikçe EAI değerlerinde de azalış göstermiştir. Ancak 60. dk. da emülsiyon oluşarak azalma periyodu yavaşlama periyoduna girmiştir.



Şekil 4.6. Susam Emülsiyon Aktivitesi Endeksi

Susam protein konsantresine ait emülsiyon stabilitesi endeksi Şekil 4.6.'da sunulmuştur. Şekilden de izlenebileceği gibi ESI değerleri susam küspesi protein konsantreleri için 60.dk olarak tespit edilmiştir. Susam küspesi protein konsantresi emülsiyon stabilitesi endeksi şekil 4.7.' de zaman ilerledikçe azalma göstermiştir. Ancak 60. dk da emülsiyon stabiliteye ulaşarak değişkenlik azalma periyoduna geçmiştir.

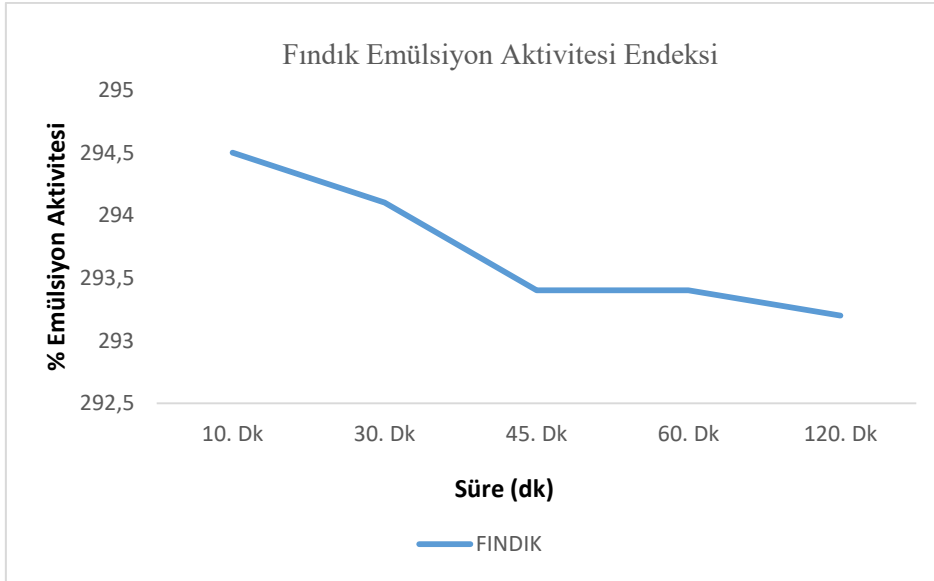


Şekil 4.7. Susam Emülsiyon Stabilitesi Endeksi

Çizelge 4.9. Fındık Küspesi Protein Konsantreleri Emülsiyon Aktivite ve Stabilite İndeksi Kapasite Değerleri

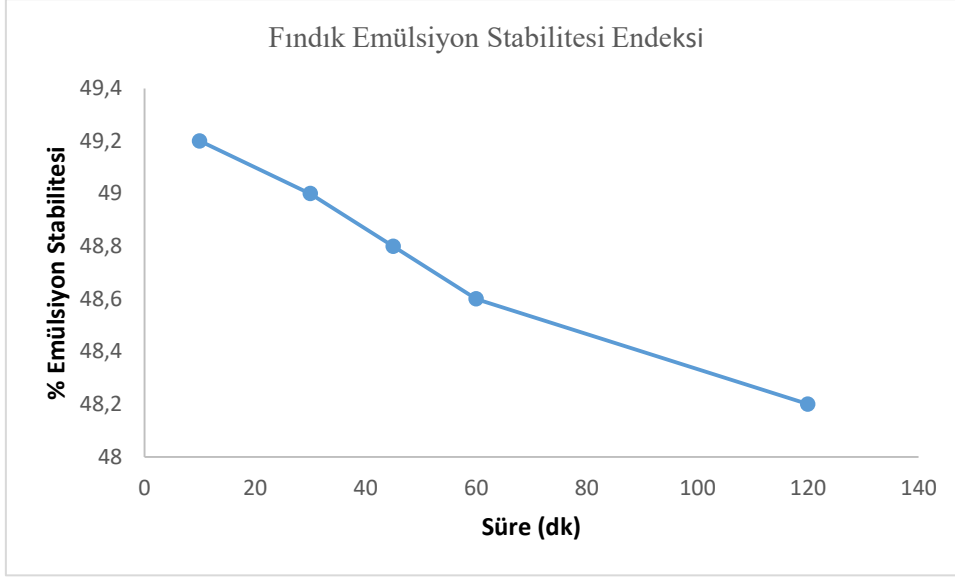
Süre	EAI (m ² /g)	ESI (dakika)
10. Dk	294,46±0,05 ^A	49,16±0,05 ^A
30. Dk	294,16±0,09 ^B	49,03±0,05 ^A
45. Dk	293,4±0,08 ^C	48,76±0,05 ^B
60. Dk	293,42±0,08 ^C	48,53±0,05 ^C
120. Dk	293,23±0,05 ^C	48,16±0,05 ^D

Fındık protein konsantresine ait emülsiyon aktivite endeksi Çizelge 4.9.'da sunulmuştur. Çizelgeden de izlenebileceği gibi EAI değerleri fındık küspesi protein konsantreleri için 293,4±0,08 m²/g olarak tespit edilmiştir. Fındık küspesi protein konsantresi zaman geçtikçe EAI değerlerinde de azalış göstermiştir. Ancak 45. dk. da emülsiyon oluşarak azalma periyoduna geçmiştir.



Şekil 4.8. Fındık Emülsiyon Aktivitesi Endeksi

Fındık protein konsantresine ait emülsiyon stabilitesi endeksi Şekil 4.8.'de sunulmuştur. Şekilden de izlenebileceği gibi ESI değerleri fındık küspesi protein konsantreleri için 60.dk. olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.9.'da Susam küspesi protein konsantresi zaman ilerledikçe ESI değerlerinde de azalma göstermiştir. Ancak 60.dk. da emülsiyon stabiliteye ulaşarak değişkenlik azalma periyoduna geçmiştir.



Şekil 4.9. Fındık Emülsiyon Stabilitesi Endeksi

Fındık ve susam protein konsantreleri arasındaki protein oranlarının farklı olması ve proteinlerin yapısal olarak farklılık göstermesi emülsiyon endeksleri arasındaki değişikliği açıklayabilir.

4.1.6. Elemental Analiz

Çizelge 4.10. Elemental Analiz

Element (PPMppm)	Fındık	Susam
	957,46±0,05 ^C	994,16±0,05 ^C
Na		
Mg	149,63±0,05 ^E	88,90±0,00 ^D
K	1164,03±0,05 ^B	1730,76±0,05 ^B
Ca	691,36±0,05 ^D	83,56±0,05 ^E
P	3803,86±0,05 ^A	2128,56±0,05 ^A
Fe	97,26±0,05 ^F	70,86±0,05 ^G
Cu	47,23±0,05 ^H	76,76±0,05 ^F
B	18,76±0,05 ^J	7,81±0,00 ^J
Mn	4,83±0,05 ^K	29,50±0,00 ^I
Zn	29,76±0,05 ^I	53,93±0,05 ^H
Ni	1,23±0,05 ^O	4,63±0,05 ^K
Cr	1,83±0,05 ^M	3,53±0,05 ^L
Se	1,40±0,00 ^N	1,40±0,00 ^M
Mo	2,90±0,00 ^L	0±0,00 ^N
Al	61,50±0,00 ^G	0±0,00 ^N

Ağır metaller açısından değerlendirdiğimizde Ni, Fe, Al, Cu, Cr, Mn ve Zn değerleri numunelerimizde incelenmiştir. Elemental analiz sonuçlarına göre izelge 4.10.'da fındık ve susam protein konsantrelerinde en yüksek ağır metalin demir (Fe) olduğu tespit edilmiştir.

Fındık ve Susam protein konsantrelerinde en yüksek element fosfor (P) olduğu görülmektedir. Fındık protein konsantresinde elemental analiz sonucunda içerik miktarlarına göre elemental sıralama $P > K > Na > Ca > Mg > Fe > Al > Cu > Zn > B > Mn > Mo > Se > Ni$ olduğu tespit edilmiştir. Nikel elementi $1,23 \pm 0,05^0$ ppm olarak fındık protein konsantresinde en eser miktarda bulunan element olduğu analiz edilmiştir.

Susam protein konsantresinde elemental analiz sonucunda ise elemental içerik miktarları sıralaması $P > K > Na > Mg > Ca > Cu > Fe > Zn > Mn > B > Ni > Cr > Se$ şeklinindedir. Fındık protein konsantresi elemental içeriğine göre susam protein konsantresi içeriğinde Molibden (Mo) ve Alüminyum (Al) elementleri bulunmamaktadır.

şimşek ve Aslantaş 1999' da yapılan çalışmada fındık besin içeriği açısından Ca, P, Fe, Na ve K elementleri incelenmiş ve içerik yoğunluğu olarak $K > P > Ca > Fe > Na$ bulunmuştur. Bizim alışmamızda ise fındık içeriğinde elementel içerik yoğunluğuna göre sıralama $P > K > Na > Ca > Fe$ olarak tespit edilmiştir.

Anonim (2018)' de yer alan veri tabanına göre Ca, Fe, Mg, P ve K elementleri baz alınarak içerik yoğunluğuna göre $Ca > P > K > Mg > Fe$ olarak sıralanmıştır. Çalışmamızda ise $P > K > Mg > Ca > Fe$ olarak tespit edilmiştir.

4.2. Fındık ve Susam Protein Konsantresi ile Elde edilen Fonksiyonel Mayonez zellikleri

4.2.1. Reolojik zellik

Yumurta sarısı ve akı %5–20 oranı ile fındık ve susam protein konsantrelerinin yumurta ile yer değiştirilen reçete kullanılarak hazırlanan mayonez örneklerinin $25^{\circ}C$ 'de $0-50 s^{-1}$ kayma hızı aralığındaki akış verileri sırasıyla izelge 4.11.'de verilmiştir. Akma hızı verilerinde görülmekte olan, protein konsantre miktarının artması ile akma hızı oranları azalmaktadır. Yani azalan akma hızı ile viskozite artmaktadır. Akış ve viskozite verilerine göre, mayonez örnekleri akış ozellikleri akma hızına ve zamana bağlı olarak değişmektedir.

Çizelge 4.11. Mayonez Reolojik Özellikler

		Yield Stress	Viskozite	n (rate index)	Herschel-Bulkley modeli
Kontrol	1	78,25±18,35 ^A	18,65±10,75 ^C	0,49±0,1 ^{AB}	77,50±18,35 ^C
S_%5	2	64,95±6,09 ^A	13,95±0,35 ^C	0,51±0,005 ^A	64,50±6,09 ^C
S_%10	3	97,90±8,00 ^A	20,90±5,3 ^C	0,49±0,04 ^{AB}	97,00±8,00 ^{BC}
S_%15	4	152,40±8,80 ^A	53,05±1,85 ^{BC}	0,45±0,01 ^{AB}	152,00±8,80 ^A
S_%20	5	169,90±8,20 ^A	83,45±14,75 ^{BC}	0,43±0,02 ^{ABC}	169,90±8,20 ^A
F_%5	6	172,00±6,95 ^A	16,70±0,40 ^C	0,44±0,005 ^{ABC}	172,00±6,95 ^A
F_%10	7	73,00±1,76 ^A	24,83±0,155 ^C	0,48±0,005 ^{AB}	73,00±1,76 ^C
F_%15	8	133,50±0,09 ^A	206,39±26,62 ^B	0,29±0,02 ^{BC}	133,50±0,09 ^{AB}
F_%20	9	173,25±0,8 ^A	419,33±87,63 ^A	0,23±0,029 ^C	173,00±54,98 ^A

Damlacıklar, konsantre emülsiyonlarda üç boyutlu yapı oluşturacak kadar birbirlerine yakındırlar. Akma hızı yavaşladıkça hidrodinamik kuvvetlerin etkisi ile bu yapı deforme olmadan etkisini sürdürecektir ve bu da viskozitenin artmasına neden olmaktadır (Liu ve ark., 2007). Fıratlıgil-Durmuş (2008)' da mayonezde hidrodinamik kuvvetlerin etkisi Liu ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmalarla tespit edilerek ortaya konulmuştur.

Reolojik ölçümleri yapılan mayonez örneklerin davranışı Herschel-Bulkley modeli (Esitlik 4.8) ile modellenerek kıvam indeksi (K), akış davranış indeksi (n) ve akma gerilimi eğrileri hesaplanmış ve Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Her iki model için elde edilen regresyon katsayıları 0,9 değerinden büyüktür. Mayonez örneklerinin reolojik davranışlarının modellenmesinde her iki model de uygunluk göstermektedir.

Viskozite, formülasyona fındık ve susam konsantre proteini katılması ile istatistiksel olarak önemli düzeyde artmaktadır ($p < 0,05$). En yüksek viskozite değeri fındıkta ($419,33±87,63^A$ Pa · s), susamda ($83,45±14,75^{BC}$ Pa · s), formülasyona %20 oranında fındık ve susam posası konsantre proteini ilavesi ile elde edilmiştir. Mayonez formülasyonuna susam konsantre protein ilavesi ile viskozitenin fındık protein konsantresinden daha yavaş arttığı tespit edilmiştir. Bu yavaş artışın nedeni ilave edilen susam proteininin yüksek partikül büyüklüğüne sahip olması ve yüksek partikül büyüklüğünün yağ damlacıklarının bir araya gelerek birleşmesine neden olması ile açıklanmaktadır.

Yumurta sarısı ve akının %20 oranında fındık protein konsantresi ile yer değiştirmesi sonucu akma gerilimi $0,29±0,02^{BC}$ Pa değerinden $0,23±0,02^C$ Pa değerine düşmektedir. Formülasyona aynı oranda katılan susam proteini konsantresi ise akma gerilimi $0,45±0,01^{AB}$ Pa değerini $0,43±0,02^{ABC}$ Pa değerine düşmektedir. %10 oranında fındık protein konsantresi

ile yumurta sarısı ve akının yer değiştirmesi sonucu akma gerilimi $0,44\pm 0,005^{ABC}$ Pa değerini $0,48\pm 0,005^{AB}$ Pa değerine yükseltmektedir. Mayonez salata sosu olarak kullanılacağı zaman, akma gerilimi ürünün salata yüzeyinde kalması için önemli bir karakterdir. Dolayısıyla fındık protein konsantresi ile hazırlanan mayonezin yüksek akma gerilimi değerleri ile bu gibi ürünlerde kullanımı daha uygundur.

Mayonez için literatürde mevcut olan akis davranış indeksi, kıvam indeksi ve akma gerilimi değerleri farklı metotların ve farklı kayma hızı aralıklarının kullanılması nedeniyle geniş bir aralıkta seyretmektedir. Herschel-Bulkley modeline göre mayoneze artan derişimlerle susam konsantre ilavesi katsayıyı artırırken; aynı eğilim fındık konsantresi için geçerli olmamıştır.

4.2.2. Mayonez Renk Analizi

Fındık ve susam protein konsantresi ilave edilmiş mayonez örneklerine ait renk değerleri (L^* , a^* , b^*) Çizelge 4.12’te verilmiştir. L^* değeri yumurta içeriği ile protein konsantrelerinin yer değiştirmesi ile düşmekte ve kahverengileşme artmaktadır. Genel protein konsantrelerinde L^* değerinin düşük çıkması 50°C ’de uygulanan kurutma işlemi sırasında gerçekleşmesi olası Maillard tipi kahverengileşme reaksiyonlarına bağlanmaktadır. Ancak bizim mayonez ve protein konsantrasyon prosesimizde yüksek sıcaklıkta kurutma işlemi yer almadığı için maillard reaksiyonu ile bir ilişkisi olmayabilir. Renk farklılaşmasının sebebi reçetede kullanılan fındık ve susam protein konsantrelerinin renk farklılığı olabilir.

Kırmızı-yeşil rengi ifade eden a^* değeri bakımından protein konsantresinden önemli düzeyde daha düşük bir değer göstermiştir. Ancak yumurta içeriği ile protein konsantrelerinin yer değiştirmesi ile a^* değeri giderek artış göstermiştir.

Sarı-mavi rengi ifade eden b^* değeri bakımından %10 susam protein konsantresi ile yapılmış mayonez ürünü sarılaşma yönünde eğilim göstermesine rağmen genel olarak içerik artışı ile mavileşme yönelimi tespit edilmiştir. %10 fındık protein konsantresi ise mavileşme yönünde yüksek oranda etki etmesine rağmen içerik yer değiştirme oranı arttıkça sarılaşma yöneliminde artış tespit edilmiştir.

Farklı susam ve fındık protein konsantresi ilavesinin mayonezin renk değerleri üzerine etkileri çizelge 4.12.' de verilmiştir. Mayonezlerin L (parlaklık) değerleri 76,75±0,05B ile 57,56±0,59H arasında, a değerleri (kırmızılık) 1,09±0,02D ile 4,06±0,21A arasında, b değerleri (sarılık) 9,5±0,05C ile 13,41±0,98A arasında bulunmuştur.

Mayonezdeki sarı renk değeri ürün reçetesindeki yumurta sarısı ve yağ miktarına göre değişim göstermektedir. Üretilen mayonezlerin renk değerleri kullanılmış olan susam ve fındık protein konsantrelerinin renk yoğunlukları ile ilişkili olduğundan dolayı reçetelerdeki miktarların değişikliği mayonezlerdeki renk farklılıklarına sebep olmuştur.

Bu çalışmada susam ve fındık protein konsantreleri ilavesi ile yapılan değişimin mayonezde kırmızı rengi artırdığı gözlenmiştir. Mayonez örneklerinde parlaklık değerinin azaldığı, b (sarılık değerinin) ise susam proteini ilavesi ile artarken, fındık protein konsantresi ile azaldığı gözlenmiştir.

Toplam renk değişimini ifade eden ΔE de susam ve fındık protein konsantresinde mayonez formülasyonuna göre önemli düzeyde artış göstermiştir ($p<0,05$). Toplam renk değişimi açısından susam ve fındık protein konsantresi arasında belirgin bir farklılık oluşmuştur ($p<0,05$). Bu sonuç protein konsantresinin renk bakımından tamamen farklı bir durum ortaya koyduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.12. Mayonez Renk Analizi

Konsantrasyon	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
K	80,29±0,04 ^A	3,16±0,02 ^B	13,36±0,03 ^A
S_%5	76,75±0,05 ^B	1,09±0,02 ^D	11,14±0,03 ^{BC}
S_%10	73,54±0,39 ^C	1,27±0,13 ^D	10,69±0,13 ^{BC}
S_%15	70,61±0,25 ^D	1,72±0,09 ^{CD}	12,54±0,49 ^{AB}
S_%20	68,04±0,66 ^E	2,22±0,21 ^C	13,41±0,98 ^A
F_%5	72,04±0,16 ^{CD}	1,92±0,05 ^C	9,5±0,05 ^C
F_%10	64,02±0,24 ^F	3,25±0,02 ^B	13,32±0,19 ^A
F_%15	61,36±0,31 ^G	3,42±0,05 ^B	12,79±0,14 ^{AB}
F_%20	57,56±0,59 ^H	4,06±0,21 ^A	12,02±0,25 ^{AB}

4.2.3. Asitlik Durumu

Yumurta sarısı ve akı ile yer değiştirilmiş olan fındık ve susam protein konsantreleri kullanılarak formülize edilen mayonez numunelerine ait pH değerleri izelge 4.13.'te verilmektedir.

Susam protein konsantresinin mayonez formülasyonuna dahil edilmesi ile konsantrasyon artması ile asitliğin artma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak %25 susam protein konsantresi ilave edildiğinde asitlik arttığı görülmektedir.

Fındık protein konsantresinin mayonez formülasyonuna eklenmesi ile konsantrasyon artması ile asitlik sürekli olarak artış eğilimi göstermiştir.

Çizelge 4.13. Mayonez Asitlik Analizi

Numune	pH
K	6,89±0,01 ^A
S_%5	6,285±0,035 ^B
S_%10	6,03±0 ^C
S_%15	5,705±0,015 ^D
S_%20	5,54±0,01 ^E
S_%25	5,74±0,01 ^D
F_%5	6,18±0,02 ^B
F_%10	5,635±0,015 ^{DE}
F_%15	5,52±0,01 ^E
F_%20	5,21±0,01 ^F
F_%25	5,20±0,05 ^F

4.2.4. Emülsiyon Stabilitesi

Yüzey hidrofobisitesi ve protein konsantrasyonu proteinlerin emülsiyon özelliklerini belirleyen temel karakteristiklerdir. Emülsiyon aktivite indeksi (EAI); proteinin emülsiyon oluşumu süresince su/yağ ara yüzeyine hızlı bir şekilde adsorblanabilme yeteneğini yansıtır. Emülsiyon stabilite indeksi (ESI) ise proteinin belirli bir süre stabil bir emülsiyon sağlayabilme yeteneğinin ölçüsüdür (Subagio, 2006). Proteinin kaynağı, konsantrasyonu, çözünbilme yeteneği, pH, sıcaklık, ekipman ve metot gibi çeşitli faktörler ve koşullar proteinlerin emülsifiyer niteliklerini etkilerler. Yüzde emülsiyon stabilitesi eşitlik 4.3 yardımıyla hesaplanarak protein konsantrelerinin emülsifiyer özellikleri genel olarak suda çözünürlük profilleri ile benzerlik göstermektedir (Bilgi ve Çelik, 2004).

$$\text{Emülsiyon Stabilitesi (\%)} = \frac{\text{Isıtma Sonrası Emülsiyon Oluş.Katmanının Hacmi}}{\text{Tüp İçindeki İçeriğin Hacmi}} \times 100 \quad (4.3)$$

Çizelge 4.14. Mayonez Emülsiyon Stabilitesi

	Toplam Tüp Hacmi	Isıtma sonrası emülsiyon oluşturmuş katmanın hacmi	% Emülsiyon Stabilitesi
K	20	20	100±0 ^A
S_%5	20	19,6	96±1 ^{AB}
S_%10	20	18,3	91±1 ^{CD}
S_%15	20	17,5	87±1 ^{DE}
S_%20	20	17	84,5±0,5 ^E
F_%5	20	19,2	95,5±0,5 ^{ABC}
F_%10	20	18,5	93,5±0,5 ^{BC}
F_%15	20	17,6	91±1,5 ^{DE}
F_%20	20	15,8	78±1 ^F

Farklı konsantrasyonlara sahip olan mayonez örneklerinin emülsiyon stabilitesi değerleri Çizelge 4.14.'da görülmektedir. % Emülsiyon stabilitesi hesaplanırken eşitlik 3.5 kullanılarak hesaplanmıştır. Mayonez formülasyonuna katılan fındık ve susam küspesi protein

konsantrelerinin kullanılması mayonezden ayrılan yağ miktarını artırmıştır yani emülsiyon stabilitesini azaltmıştır.

Emülsiyon stabilitesindeki azalmanın en düşük seviyede tutulabilmesi için ürüne yumurta (akı + sarısı) ile yer değiştirilen fındık ve susam protein konsantre miktarı %20 oranını geçmemelidir.

4.2.4. Mayonez Duyusal Analizi

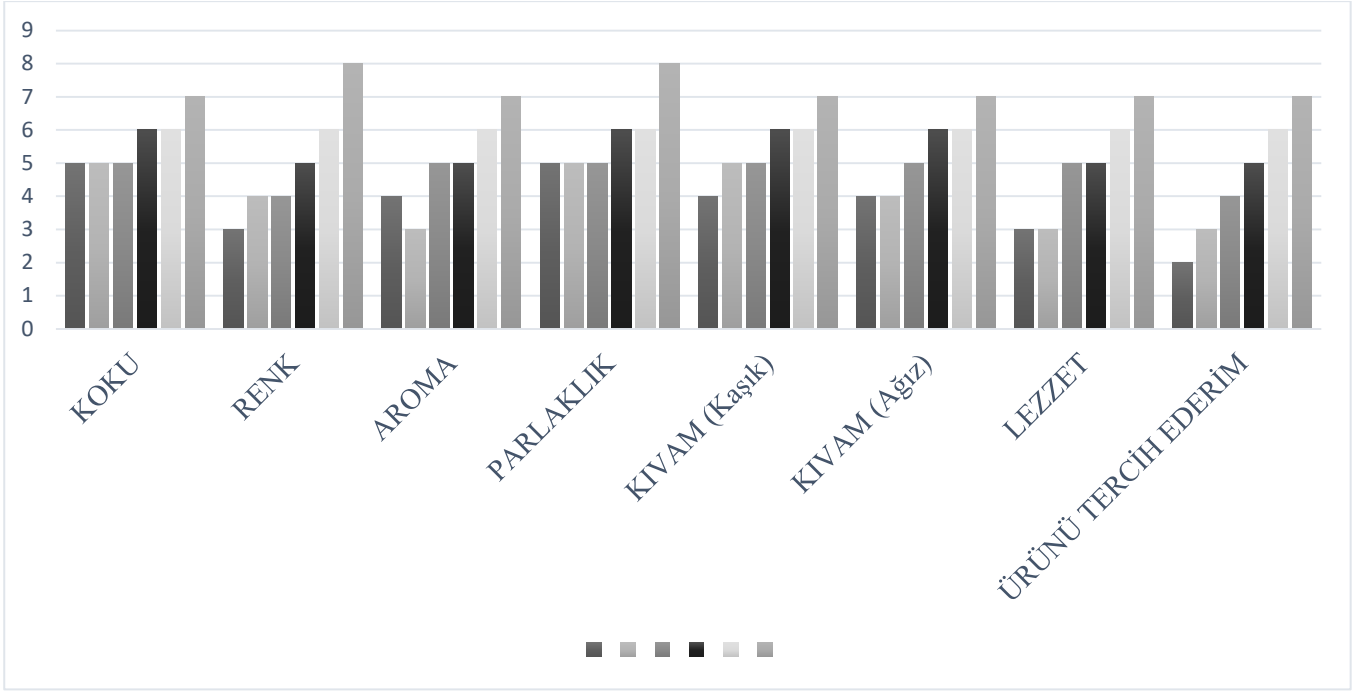
Çizelge 4.15. Mayonez Duyusal Analizi

	%25	%20	%15	%10	%5	KONTROL	%5	%10	%15	%20	%25
	FINDIK	FINDIK	FINDIK	FINDIK	FINDIK	NUMUNESİ	SUSAM	SUSAM	SUSAM	SUSAM	SUSAM
KOKU	5±0,76B	5±0,53B	5±0,93B	5±1,31B	6±1,20AB	7±1,07A	6±0,76AB	6±0,53AB	6±0,76AB	6±0,76AB	6±0,76AB
RENK	3±0,93 ^E	4±1,07 ^{DE}	4±0,76 ^{DE}	5±0,76 ^{CD}	6±0,53 ^{BC}	8±0,76 ^A	7±0,93 ^{AB}	6±0,53 ^{BC}	6±0,76 ^{BC}	5±1,20 ^{CD}	5±0,76 ^{CD}
AROMA	4±0,76 ^{CD}	3±0,93 ^D	5±0,76 ^{BC}	5±0,76 ^{BC}	6±0,53 ^{AB}	7±1,07 ^A	7±0,93 ^A	5±1,20 ^D	5±0,76 ^{BC}	5±0,76 ^{BC}	4±0,76 ^{BC}
PARLAKLIK	5±1,20 ^C	5±1,20 ^C	5±1,20 ^C	6±0,53 ^{BC}	6±0,53 ^{BC}	8±0,76 ^A	7±0,93 ^{AB}	6±0,53 ^{BC}	6±0,53 ^{BC}	6±0,53 ^{BC}	6±0,53 ^{BC}
KIVAM (Kaşık)	4±0,76 ^C	5±0,76 ^{BC}	5±1,20 ^{BC}	6±0,53 ^{AB}	6±0,53 ^{AB}	7±0,76 ^A	7±0,93 ^A	6±0,76 ^{AB}	6±0,76 ^{AB}	5±0,76 ^{BC}	5±0,76 ^{BC}
KIVAM (Ağız)	4±1,07 ^C	4±1,07 ^C	5±1,20 ^{BC}	6±0,53 ^{AB}	6±0,53 ^{AB}	7±1,07 ^A	7±0,93 ^A	6±0,53 ^{AB}	6±0,76 ^{AB}	5±0,76 ^{BC}	4±0,76 ^C
LEZZET	3±0,93 ^D	3±0,93 ^D	5±1,20 ^{BC}	5±0,76 ^{BC}	6±0,53 ^{AB}	7±0,76 ^A	7±1,07 ^A	5±1,20 ^{BC}	5±0,76 ^{BC}	5±1,20 ^{BC}	4±0,76 ^{CD}
GENEL KABUL	2±0,53 ^E	3±1,07 ^{DE}	4±0,76 ^{CD}	5±1,31 ^{BC}	6±0,53 ^{AB}	7±1,07 ^A	7±0,93 ^A	5±0,76 ^{BC}	5±0,76 ^{BC}	5±0,76 ^{BC}	4±0,76 ^{DC}

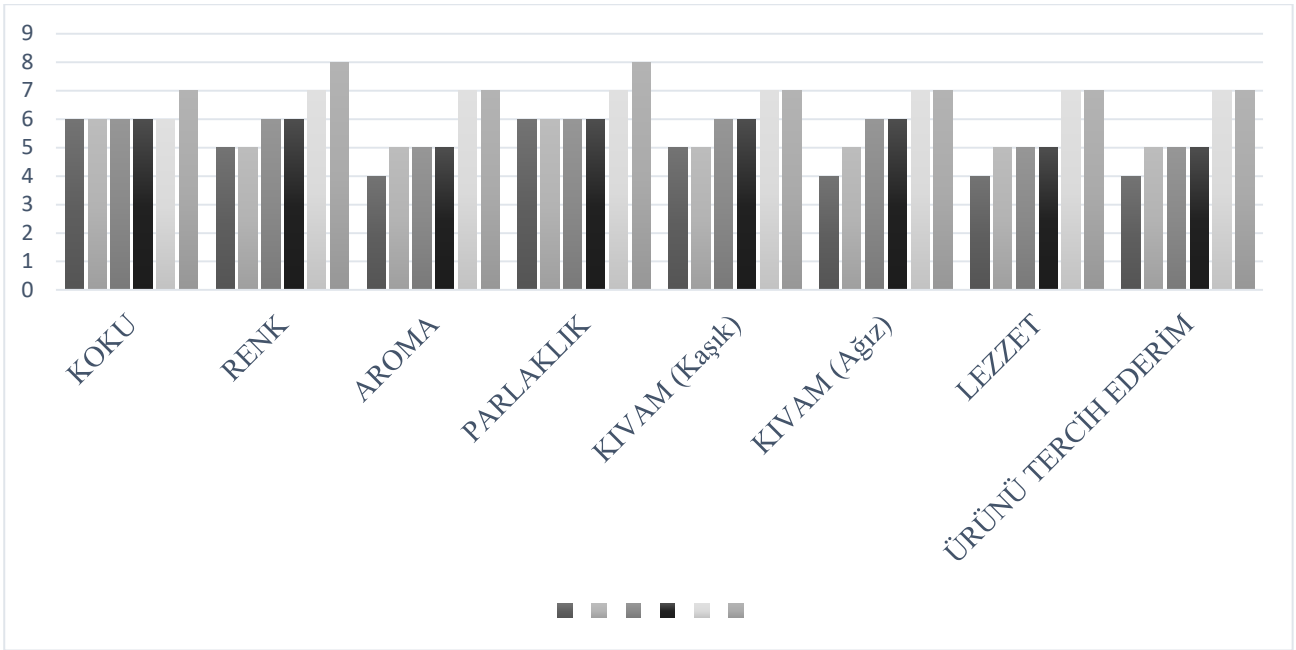
Çizelge 4.15.'te incelendiğinde mayonez formülasyonuna farklı konsantrasyonda fındık ve susam protein konsantresi ilave edilerek elde edilmiş değerlendirme tablosu ortaya koyulmuştur. Panelistlerden en yüksek puanı protein konsantresi katılmamış ve %5 oranında susam proteini içeren mayonez numunelerinin aldığı tespit edilmiştir. En düşük puanı ise %25 susam ve %15 fındık almıştır.

Panelistler ikincil olarak daha sonra %5 fındık proteini içeren mayonezi tercih edeceğini belirtmişlerdir. %10, %15, %20 susam proteini ve %10 fındık proteini içeren numunelerin aynı oranda tercih edildiği görülmektedir.

%5, %10, %15 %20 ve %25 oranlarında farklı konsantrasyonlarda fındık ve susam protein konsantresi ilave edilerek üretilen mayonezlerin duyusal değerlendirmelerinde koku, renk, aroma, parlaklık, kaşıқта kıvam, ağızda kıvam, lezzet ve genel kabul değerleri istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.10. Fındık Proteini İçeren Fonksiyonel Mayonez Duyusal Analizi



Şekil 4.11. Susam Proteini İçeren Fonksiyonel Mayonez Duyusal Analizi

4.3. Fındık ve Susam Protein Konsantrisi ile Elde edilen Fonksiyonel Köfte Özellikleri

4.3.1. Tekstür Analizi

Örneklerin sertlik değerleri $3375 \pm 35,80^A$ ile $2135,72 \pm 173,57^C$ g arasında olduğu tespit edilmiştir. Sertlik değeri en yüksek %15 fındık içerikli köfte örneğinde ve en düşük ise %10 fındık içerikli köfte örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 4.16.). Genel olarak farklı konsantrasyonlarda susam ve fındık ilaveli köfte örneklerinin sertlik değerlerinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğu ve sertlik değerleri açısından örnekler arasında istatistiksel olarak önemli farkların olduğu ($p < 0,05$) belirlenmiştir. Sıklık değerleri açısından incelendiğinde ise istatistiksel olarak önemli farkların olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Köfte Tekstür Analizi

		Sıklık	Tokluk
K	1	$2963,539 \pm 129,89^{AB}$	$27873,857 \pm 2831,462^A$
F_%5	2	$2416,424 \pm 145,65^{BC}$	$31437,19 \pm 2985,729^A$
F_%10	3	$2135,72 \pm 173,57^C$	$24102,928 \pm 3507,327^A$
F_%15	4	$3375 \pm 35,80^A$	$30708,891 \pm 312,497^A$
F_%20	5	$2517,2710 \pm 61,74^{BC}$	$23082,35 \pm 653,4625^A$
S_%5	6	$2388,3670 \pm 128,04^{BC}$	$24616,806 \pm 2689,583^A$
S_%10	7	$2549,4970 \pm 49,1^{BC}$	$27127,191 \pm 512,97^A$
S_%15	8	$2713,7375 \pm 70,01^{BC}$	$23083,283 \pm 881,855^A$
S_%20	9	$2875,265 \pm 39,37^{AB}$	$26563,505 \pm 2071,443^A$

4.3.2. Boyut Küçülmesi

Gıda maddelerinin şekli ve buna bağlı olarak boyu veya çapı işleme sırasında büyük ölçüde değişime uğramakta olup çap veya boy ölçümüne dayalı uzunluk belirleme yöntemleri yanlış sonuç verebilmektedir (Zheng ve ark. 2006). Mevcut çalışmada çiğ ve pişmiş köfte örneklerinin yüzey alanı ölçülerek aradaki % boyut küçülmesi ortaya koyulmuştur. Boyut küçülmesi oranları da eşitlik kullanılarak Çizelge 4.17.' de belirtilmiştir.

Çizelge 4.17. Köfte Boyut Ölçümü Analizi

	Pişmemiş Köfte Boyutu Çap (cm)	Pişmiş Köfte Boyutu Çap (cm)	% Boyut Küçülmesi
Kontrol	8	6,5	17,55±1,25 ^B
%5 Susam	8	6,5	20±0,00 ^{AB}
%10 Susam	8	6,5	21,9±0,62 ^A
%15 Susam	8	6,5	20±0,00 ^{AB}
%20 Susam	8	6,5	21,9±0,62 ^A
%5 Fındık	8	6,75	23,15±0,63 ^A
%10 Fındık	8	6,25	20,65±0,63 ^{AB}
%15 Fındık	8	6,5	21,9±0,62 ^A
%20 Fındık	8	6,5	20,65±0,63 ^{AB}

Farklı konsantrasyonlarda köfte numunelerinin pişmeden önce ve sonra çap uzunlukları ölçülerek tüm köfte boyutları homojen hale getirilmiştir. Pişme sonrasında susam içerikli örneklerde eşit oranda küçülme gözlemlenirken, fındık içerikli örneklerde eşitsizlik ortaya çıkmıştır. En çok boyut küçülmesi görülen köfte örneği %10 fındık içerikli olmuştur. En az boyut küçülmesi gerçekleşen ise %5 fındık köfte örneği olmuştur. Köfte numunelerinde % boyut küçülmesi, protein konsantre içeriğine bağlı olmayabilir.

4.3.3. Köfte Örneklerinin Duyusal Analizi

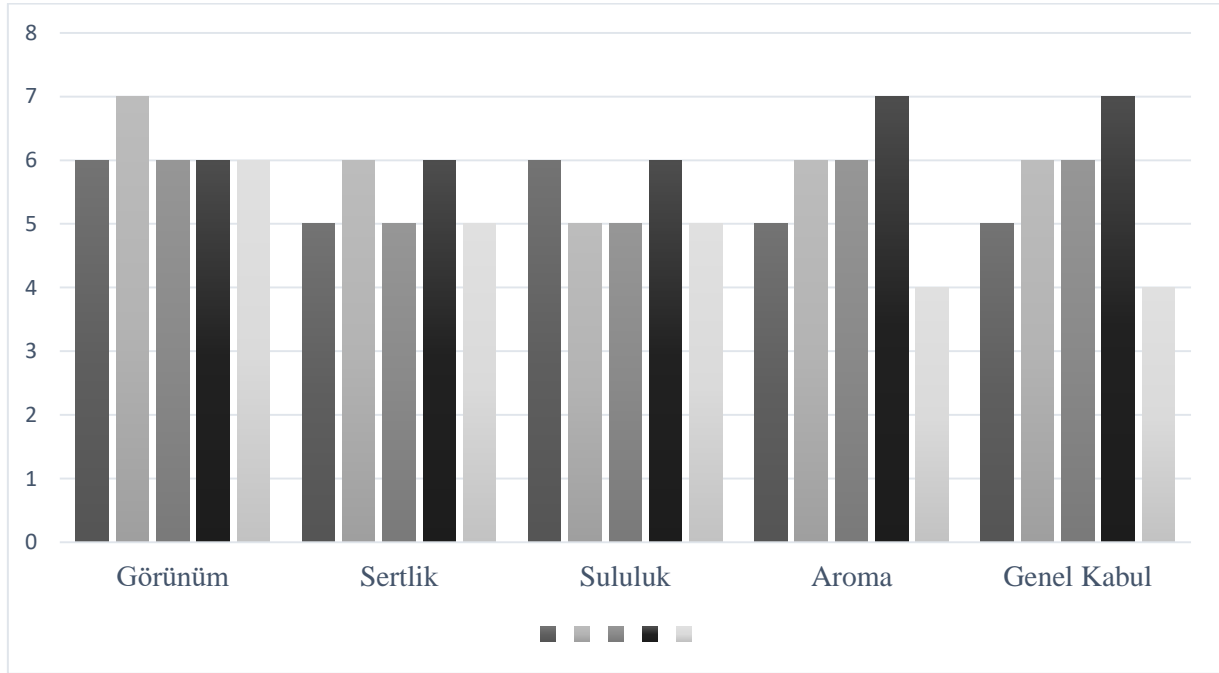
Çizelge 4.18. Köfte Duyusal Analizi

Kriter	%10	%5	%15	%20	%5	%10	%15	%20	KONTROL
	FINDIK	FINDIK	FINDIK	FINDIK	SUSAM	SUSAM	SUSAM	SUSAM	NUMUNESİ
Görünüm	6±0,53 ^{AB}	5±1,20 ^B	6±0,76 ^{AB}	6±0,76 ^{AB}	6±0,53 ^{AB}	6±0,53 ^{AB}	7±1,07 ^A	6±0,76 ^{AB}	6±1,20 ^{AB}
Sertlik	4±0,76 ^B	5±0,76 ^{AB}	5±1,20 ^{AB}	5±0,76 ^{AB}	6±1,20 ^A	5±0,76 ^{AB}	6±0,53 ^A	5±1,20 ^{AB}	5±0,76 ^{AB}
Sululuk	4±0,76 ^B	4±0,76 ^B	4±1,07 ^B	5±0,76 ^{AB}	6±1,20 ^A	5±0,76 ^{AB}	5±1,20 ^{AB}	6±0,53 ^A	5±0,76 ^{AB}
Aroma	3±0,93 ^D	3±0,93 ^D	3±0,93 ^D	5±0,76 ^{BC}	7±1,07 ^A	6±0,53 ^{AB}	6±1,20 ^{AB}	5±0,76 ^{BC}	4±0,76 ^{CD}
Genel Kabul	3±0,93 ^D	4±1,07 ^{CD}	4±1,07 ^{CD}	5±0,76 ^{BC}	7±1,07 ^A	6±1,20 ^{AB}	6±0,53 ^{AB}	5±0,76 ^{BC}	4±0,76 ^{CD}

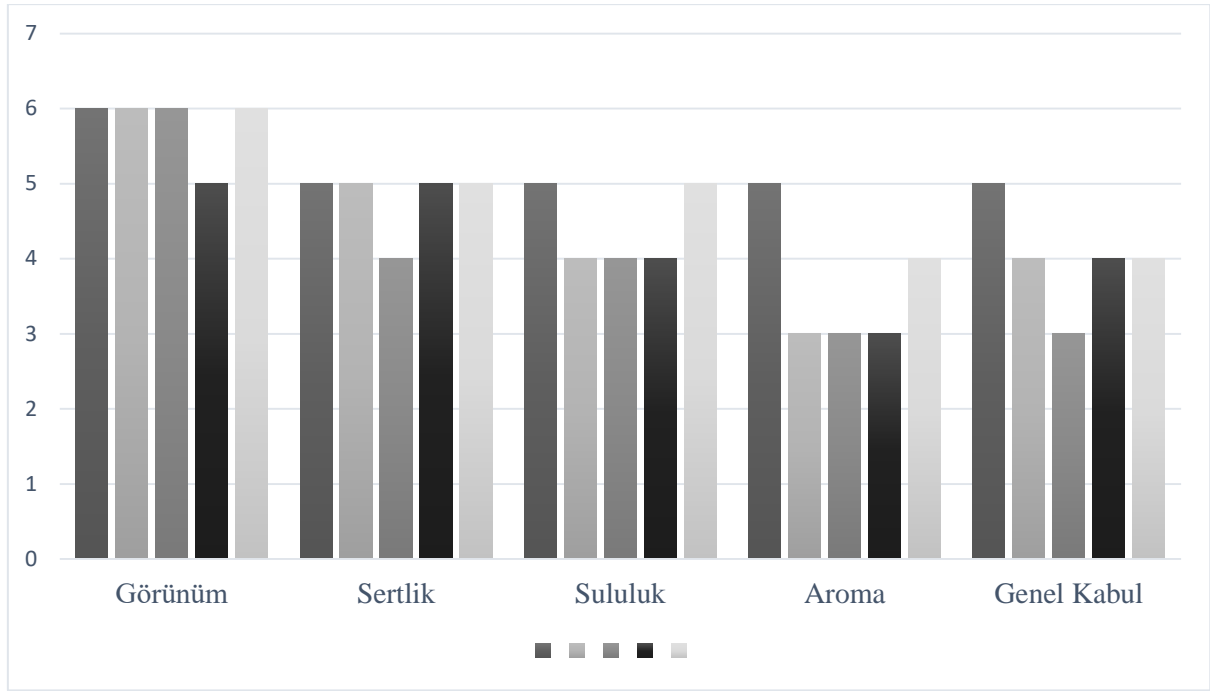
Çizelge 4.18. incelendiğinde köfte formülasyonuna farklı konsantrasyonda fındık ve susam protein konsantresi ilave edilerek elde edilmiş değerlendirme tablosu ortaya koyulmuştur. Panelistlerden en yüksek puanı protein konsantresi katılmamış ve %5 oranında susam proteini içeren köfte numunelerinin aldığı tespit edilmiştir. En düşük puanı ise %10 susam almıştır.

Panelistler ikincil olarak daha sonra %10 ve %15 susam proteini içeren köfteyi tercih edeceğini belirtmişlerdir. %5, %15 fındık proteini ve kontrol numunelerinin düşük oranda tercih edildiği görülmektedir.

%5, %10, %15 ve %20 oranlarında farklı konsantrasyonlarda fındık ve susam protein konsantresi ilave edilerek üretilen köftelerin duyuşal değerlendirmelerinde görünüm, sertlik, sululuk, aroma ve genel kabul değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.12. Susam Proteini İçeren Fonksiyonel Köfte Duyusal Analizi



Şekil 4.13. Fındık Proteini İçeren Fonksiyonel Köfte Duyusal Analizi

4.3.4. Köfte Renk Analizi

Fındık ve susam protein konsantre ürünlerine ait renk değerleri (L^* , a^* , b^*) Çizelge 4.19.'da verilmiştir. L^* değeri susam protein konsantrelerinin ilavesi ile düşmekte ve kahverengileşme artmaktadır. Sadece %10 fındık protein konsantresi ilave ile L^* değerinde artış görülmüş genel itibariyle konsantrasyon arttıkça L^* değerinde azalma eğilimi gözlemlenmiştir.

Kırmızı-yeşil rengi ifade eden a^* değeri bakımından protein konsantresini arttıkça a^* değerinin azalış eğilimine girdiği görülmüştür. Ancak % 20 susam ve %20 fındık protein konsantresi içerikli örneklerde a^* değerlerinde yükselme tespit edilmiştir. Gri renkli durumdan yeşilleşmeye eğilim saptanmıştır.

Sarı-mavi rengi ifade eden b^* değeri bakımından %20 susam protein konsantresi ile yapılmış köfte ürünü mavileşme eğilimi göstermesine rağmen genel olarak içerik düşüşü ile sarılaşma yönelimi tespit edilmiştir.

Toplam renk değişimi açısından susam ve fındık protein konsantresi arasında belirgin bir farklılık oluşmuştur ($p < 0,05$). Bu sonuç protein konsantresinin renk bakımından tamamen farklı bir durum ortaya koyduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.19. Köfte Renk Analizi

		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
K	1	38,77±0,18 ^{BC}	4,070±0,18 ^{AB}	4±0,20 ^B
S_%5	2	43,19±0,17 ^A	3,87±0,17 ^{ABC}	7,2±0,13 ^A
S_%10	3	41,69±0,30 ^{ABC}	3,28±0,30 ^{BCD}	6,23±0,41 ^{AB}
S_%15	4	38,77±0,08 ^{BC}	2,75±0,08 ^D	4,34±1,31 ^B
S_%20	5	40,87±0,17 ^{ABC}	4,21±0,17 ^A	5,84±0,51 ^{AB}
F_%5	6	38,15±0,06 ^C	3,415±0,06 ^{ABCD}	3,6±0,09 ^B
F_%10	7	42,17±0,16 ^{AB}	3,13±0,16 ^{CD}	6,44±0,34 ^{AB}
F_%15	8	39,07±0,02 ^{BC}	2,775±0,02 ^D	4,16±0,04 ^B
F_%20	9	39,37±0,07 ^{ABC}	3,52±0,07 ^{ABCD}	4,35±0,13 ^{AB}

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Soğuk pres yöntemi ile yağ üretimi son yıllarda artış göstermiş olup, tüketicilerin bu yöndeki talepleri doğrultusunda birçok kurumsal firma soğuk pres yağları ürün portföyüne eklemiştir. Artan bu üretim miktarına paralel olarak proses sırasında yan ürün olarak oluşan bitki-tohum posalarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar da önem kazanmıştır. Bu çalışma kapsamında susam ve fındık posalarından protein eldesi ve bu proteinlerin farklı gıda ürünlerinde kullanılması üzerine detaylı bir araştırma yürütülmüştür. Tez çalışmasından elde edilen bulgular soğuk pres yağ üretimi artıklarının protein eldesinde kullanılabileceği ve bu yeni ürünün önemli fonksiyonel özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan ürün denemelerinde %5 oranında protein konsantresi ilave edilerek üretilen mayonez ve köftelerin panelistlerden yüksek tadım skorları aldığı görülmüştür. Köftede boyut kaybı sonuçları incelendiğinde yine %5'lik protein katkısının önemli bir değişikliğe sebep olmadan kullanım imkanı bulunduğu görülmüştür. Mayonez denemelerinde ise %5 oranındaki susam veya fındık protein konsantresi ilavesinin emülsiyon stabilitesini olumsuz etkilemediği ve yumurtaya alternatif olarak kısmen kullanılabileceği görülmüştür. Çalışma sonuçlarının soğuk pres yağ üretimi yapan, gıda işletmeleri artıklarının geri kazanımı konusunda çalışan profesyonellere önemli bir kaynak oluşturacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdi H, Williams LJ 2010. Contrast Analysis. Encyclopedia of research design, 243-251.
- Ahmed, J., 2004. Rheological behavior and color changes of ginger paste during storage, International Journal of Food Science and Technology, 39, 325–330.
- Ahmedna, M., Prinyawiwatkul, W., Rao, R. M., 1999. Solubilized wheat protein isolate: Functional properties and potential food applications. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(4), 1340–1345.
- Alphan, E., Pala, M., Akurt, F. and Yılmaz, T. (1996). Nutritional composition of hazelnuts and its effects on glucose and lipid metabolism. *Acta Horticulturae*, 445, 305-310.
- Alasalvar, C., Pelvan, E., Topal, B., (2009). Effects of roasting on oil and fatty acid composition of Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *Int J Food Sci Nutr* 61: 630-642.
- Aluko, R.E., 2004. The extraction and purification of proteins: an introduction, in *Proteins in Food Processing*, pp. 323-346, Eds. Yada, R.Y., Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.
- Anonim, 1997. Official Methods of Analysis of AOAC International (16th. Pub). Arlington, VA. USA.
- Anonim, 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Statistical Data-bases. <http://faostat.fao.org>,
- Anonim, 2014. Gıdalarda Tekstür Analizi, www.forumfood.org/zyr/dosyalar/3d404e36ac.doc (erişim tarihi, 10.06.2014).
- Anonim, 2016a. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü 2016 yılı fındık raporu <http://koop.gtb.gov.tr/data/58e5f49b1a79f54dd851b458/2016%20F%C4%B1nd%C4%B1k%20Raporu.pdf> (Erişim tarihi: 08.03.2016)
- Anonim. 2016b. <http://nutritiondata.self.com/facts/nut-and-seed-products/3070/2>. (Erişim tarihi: 08.03.2016)
- Ataşişi. İ K . 1999 Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Trakya Üniversitesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi. Yayın No: 148. Ders Kitabı No: 10.
- Aydemir, L.Y., Gökbulut, A.A., Baran, Y., Yemenicioğlu, A., “Bioactive, functional and edible film-forming properties of isolated hazelnut (*Corylus avellana* L.) meal proteins”, *Food Hydrocolloids* 36; 130-142 (2014)
- Barbut, S., 1999. Determining water and fat holding. In G. M. Hall (Ed.), *Methods of testing protein functionality*. Blackie Academic and Professional, 186–225.

- Becker, E. W., 2007. Microalgae as a source of protein. *Biotechnology Advances*, 25, 207–210.
- Bilgi, B. ve Çelik, S., (2004). Solubility and emulsifying properties of barley protein concentrate, *European Food Research Technology*, 218, 437-441.
- Bozkurt, G., (2006). Susam yağının antioksidan özellikteki başlıca bileşenlerinin nitelik ve nicelikleri üzerine araştırmalar, Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bozkurt, H ve M. Bayram, 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Sci.* 73: 344-350.
- Chabanon, G., Chevalot, I., Framboisier, X., Chenu, S., Marc, I. 2007. “Hydrolysis of rapeseed protein isolates: kinetics, characterization and functional properties of hydrolysates”, *Process Biochemistry*, 42, 1419-1428.
- Cheftel, J.C., Cuq, J.L. ve Lorient, D., 1985. Amino acids, peptides and proteins. Ch. 5 in *Food Chemistry* O.R. Fennema (Ed.). Marcel Dekker, Inc., New York, 246-369.
- Crehan CM, Hughes E, Troy DJ, Buckley DJ (2000). Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30 % fat. *Meat Science*, 55: 463-469.
- Demirhan Yılmaz, E. (2012). Susam küspesindeki proteinin enzimatik hidrolizinin, çözünürlüğünün, enzim inaktivasyon kinetiğinin ve fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi (Doctoral dissertation, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Fernandez-Quintela, A., Macarulla, M.T., Del Barrio, A.S., Martinez, J.A., 1997. Composition and Functional Properties of Protein Isolates Obtained From Commercial Legumes Grown in Northern Spain. *Plant Foods for Human Nutrition*, 51, 331-342.
- Fıratlıgil Durmuş, E. (2008). Kırmızı Biber Tohumunun Endüstriyel Olarak Değerlendirilmesi: Protein Ekstraksiyonu, Fonksiyonel Özellikleri Ve Mayonez Üretiminde Kullanımı (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Gök V (2006), Antioksidan Kullanımının Fermente Sucukların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gökalp, H.Y., Kaya., M., Zorba., O. (2004). *Engineering of meat products processing* (5th ed.). (in Turkish). Atatürk Univ. Publ. No: 786, Erzurum, Turkey, Faculty of Agriculture, No: 320.
- Gönşüoğlu, N., Gökmen, V., “Bioactive compounds in different hazelnut varieties and their skins”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 43: 203–208 (2015)

- Guerrero, L.C., Perez-Flores, V., Betancur-Ancona, D. and Davilla-Ortiz, G., 2002. Functional properties of flours and protein isolates from *Phaseolus lunatus* and *Canavalia ensiformis* seeds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 584-591.
- Gürpınar G.Ç., Ü. Geçgel ve M. Taşan, 2011. Soğuk presyon tekniği ile üretilen bitkisel yağların özellikleri ve sağlık üzerine etkileri. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara.
- Herrero, A.M., J.A. Ordóñez, R. de Avila, B. Herranz, L. de la Hoz and M.I. Cambero, 2007. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Sci.* 77:331-338.
- Karaca, A.C., Nickerson, M.T., Low, N.H., 2011. Lentil and Chickpea Protein-Stabilized Emulsions: Optimization of Emulsion Formulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(24): 13203-13211.
- Kaur, M., Singh, N., 2007. Characterization of Protein Isolates from Different Indian Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars. *Food Chemistry*, Article in press.
- Khalil, M.M., 2001. Biochemical and technological studies on the production of the isolated guar protein, *Nahrung*, 45, 21-24.
- Kinsella, J.E., 1979. Functional Properties of Proteins in Foods. *Food Science and Nutrition*, 9, 219-280.
- Liu, H., Xu, X.M., and Guo, S.D., 2007. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics, *LWT-Food Science and Technology*, 40, 946-954.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randal, R.J., 1951. Protein analysis with folin-phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265-275.
- Makri, E., Papalamprou, E. ve Doxastakis, G., 2005. Study of functional properties of seed storage proteins from Indigenous european legume Crops (Lupine, Pea, Broad Bean) in admixture with polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 19, 583-594.
- Massoura, E., Vereijken, J.M., Kolster, P. ve Derksen, J.T.P., (1998). Proteins from *Crambe abyssinica* oilseed II: Biochemical and functional properties, *JAOCS*, 75, 329-335.
- Moure, A., Rua, M., Sineiro, J., Dominguez, H., 2002. Extraction and Functionality of Membrane-Concentrated Protein from Defatted *Rosa rubiginosa* Seeds. *Food Chemistry*. 74, 327-339.
- Ogunwolu, S.O., O. Henshaw, F., Mock, H.P., Santos, A., O.Awonorin, S., 2009. Functional properties of protein concentrates and isolates produced from cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut. *Food Chemistry*, 115, 852-858.
- Özdemir, F., Akinci, I., Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *J. Food Eng.* 63, 341-347, (2004)
- Özdemir, F. and Akıncı, (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering*, 63, 341- 347.

- Özdemir, M. (1997). Critical evaluation of properties of Turkish hazelnuts. *Gıda Teknolojisi*, 2, 46-57.
- Parker TD, Adams DA, Zhou K, Harris M, Yu L(2003). Fatty Acid Composition and Oxidative Stability of Cold-Pressed Edible Seed Oils. *Journal of Food Science*, 68:1240-1243.
- Pearce, K.N., Kinsella, J.E., 1978. “Emulsifying properties of proteins: evaluation of turbidimetric technique”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26, 716-723.
- Pelvan, E., Alasalvar, C., Uzman, S., “Effects of Roasting on the Antioxidant Status and Phenolic Profiles of Commercial Turkish Hazelnut Varieties (*Corylus avellana* L.)”, *J. Agric.Food Chem.*, 60: 1218–1223, (2012)
- Saldamlı, İ. ve Temiz, A., 1998. Aminoasitler, Peptitler ve Proteinler. *Gıda kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, Ankara, 195-257.
- Sathivel, S., Betchel, P.J., Babbitt, J.K., Prinyawiwatkul, W. and Patterson, M. 2005. Functional, nutritional, and rheological properties of protein powders from arrowtooth flounder and their application in mayonnaise, *Journal of Food Science*, 70, 57-63.
- Sanchez-Vioque., R., Clemente, A., Vioque, J., Bautista, J., Millan, F., 1999. Protein Isolates from Chickpea (*Cicer arietinum* L.): Chemical Composition, Functional Properties and Protein Characterization. *Food Chemistry*. 64, 237-243.
- Seçer, A. (2016). Türkiye’de Susam Üretim ve Dış Ticaretinde Gelişmeler. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Dergisi*, (31) 27-36
- Seenaa, S. ve Sridhar, K. R., 2005. Physiochemical, functional and cooking properties of Canavalia. *Journal of Food Chemistry*, 32, 406–412.
- Shahidi, F., Alasalvar, C. and Liyana-Pathirana C.M. (2007). Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut by products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1212-1220.
- Shewry, P.R., Beaudoin, F., Jenkins, J., Griffiths-Jones, S. ve Mills, E.N.C., (2002). “Plant Protein Families and Their Relationships to Food Allergy”, *Biochemical Society Transactions*, 30: 906-910.
- Singh, P., Kumar, R., Sabapathy, S.N. ve Bawa, A.S., 2008. Functional and edible uses of soy protein products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7, 14-28.
- Stone, A.K., Karalash, A., Tyler, R.T., Warkentin, T.D., Nickerson, M.T. 2014. “Functional attributes of pea protein isolates prepared using different extraction methods and cultivars”, *Food Research International*, Online yayın.
- Subagio, A., 2006. Characterization of hyacinth bean (*Lablab purpureus* L. Sweet) seeds from Indonesia and their protein isolate. *Food Chemistry*, 95, 65-70.

- Şimşek A., Aslantaş R. 1999. “Fındığın Bileşimi ve İnsan Beslenmesi Açısından Önemi”, GIDA Dergisi, 24(3):209-216 (1998)
- Uğurluay, S., (2002). Susam (Sesamum Indicum L.) bitkisinin hasat mekanizasyonu olanaklarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma, Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yağcı, S., Göğüs, F., “Response surface methodology for evaluation of physical and functional properties of extruded snack foods developed from food-by-products”, Journal of Food Engineering, 86:122-132 (2008)
- Yalçın, S., Şehu A., Çetinkaya N., “Fındık küspesi ve fındık içi kabuğunun rumende parçalanma özellikleri”, Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 45: 115-122 (1998)
- Yavuz, M., & Özçelik, B., (2016). Bitkisel Protein İzolatlarının Fonksiyonel Özellikleri. Akademik Gıda Dergisi, 14(4) 424-430.
- Yücesan, F.B., Örem, A., Kural, B.V., Örem, C. Turan, I., Hazelnut consumption decreases the susceptibility of LDL to oxidation, plasma oxidized LDL level and increases the ratio of large/small LDL in normolipemic healthy subjects. Anadolu Kardiyol. Derg. 10: 28–35, (2010)
- Xu, L. ve Diosady, L.L., (1994). Functional properties of Chinese rapeseed protein isolates, Journal of Food Science, 59, 1127-1130.
- Zorba, O., Özdemir, S. and Gökalp, H.Y., 1998. Stability of model emulsions prepared using whey and muscle proteins, Nahrung, 42, 16-18.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında İstanbul Erenköy’de doğdu. 2009’da 50. Yıl Tahran Lisesi’nden mezun oldu. 2014 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü’nde lisans eğitimini, 2018 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Programı’nda yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2015 yılından itibaren İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Teknoloji Transfer Ofisinde Üniversite Sanayi İş birliği biriminde proje uzmanı olarak görev yapmaktadır. Lisans öğreniminde TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Programı kapsamında öğrenci araştırma projelerinde yürütücü olarak görev almıştır. Devlet teşviklerine yönelik olarak akademisyen, sanayici ve girişimcilere danışmanlık yapılarak proje dosya düzenlenmesinde destek olmaktadır. Evli ve bir erkek çocuk babasıdır.