

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



FARKLI FORMÜLASYONLARA SAHİP SOĞUK PRES YAĞI
KATKILI MAYONEZLERİN ÜRETİMİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ DOKTORA TEZİ

SEVİNÇ GÜLEN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Semra TURAN

BOLU, HAZİRAN 2025

KABUL VE ONAY SAYFASI

Sevinç GÜLEN tarafından hazırlanan “FARKLI FORMÜLASYONLARA SAHİP SOĞUK PRES YAĞI KATKILI MAYONEZLERİN ÜRETİMİ” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Programında Doktora Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir. 4/06/2025

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Semra TURAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Aslı YORULMAZ
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

.....

Üye
Doç. Dr. Hakan ERİNÇ
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi İlker Turan AKOĞLU
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Ercan SARICA
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunubildirir
- aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....
SEVİNÇ GÜLEN

ÖZET

**FARKLI FORMÜLASYONLARA SAHİP SOĞUK PRES YAĞI KATKILI
MAYONEZLERİN ÜRETİMİ
DOKTORA TEZİ
SEVİNÇ GÜLEN
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ DOKTORA PROGRAMI
(TEZ DANIŞMANI:PROF. DR. SEMRA TURAN)**

**BOLU, HAZİRAN - 2025
XI + 101sayfa**

Bu çalışmada soğuk pres susam (SSY), aspir (SAY) ve çörek otu (SÇY) yağı ilaveli tam (%75) ve düşük yağlı (%50) mayonezler ile meyve/sebze unlu mayonezler üretilerek mayonezlerin; renk, duyusal, toplam fenolik madde (TPC), antioksidan aktiviteleri (DPPH) ile reolojik ve tekstürel özelliklerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Mayonezlerin farklı depolanma koşullarında soğuk pres yağları (SPY), havuç/bal kabağı unları ve ultrasonikasyonun (US) oksidatif ve emülsiyon stabilitesi ile mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. SPY oranlarının artırılması, tam yağlı mayonezlerin TPC ve antioksidan aktivitesini sırasıyla 12.07 ile 13.26 mg GAE/100g ve %0.56 ile %4.08 arasında değişen değerlerle arttırmıştır. En fazla renk değişimi (ΔE) SAY içeren mayonezlerde görülürken, SSY içeren mayonezler en iyi lipit oksidasyon kararlılığını göstermiştir. Duyusal değerlendirme puanları 5.8-7.4 arasında değişmekte olup, SAY içeren mayonezler en yüksek kabul edilebilirliğe sahip olmuştur. Tüm mayonezler 4 °C'de 6 ay boyunca emülsiyon stabilitesini (ES) korumuş ve mikrobiyolojik olarak güvenli bulunmuştur. Farklı oranlarda SSY içeren ve bir kısmına US uygulanan düşük yağlı mayonezlerin renk değişimleri önemsiz bulunmuş, SSY içeriği arttıkça duyusal parametreleri azalmıştır. TPC ve antioksidan aktivite SSY ve US ile artmış ve bu örnekler daha iyi oksidatif stabilite göstermiştir. Depolama süresince ES korunmuş, bakteri üremesi gözlenmemiştir. Ancak US uygulanmayan örneklerde 4. aydan itibaren maya ve küf gelişimi olduğu tespit edilmiştir. Meyve/sebze unu içeren mayonezlerde un miktarı arttıkça ΔE , TPC ve DPPH değerleri artış gösterirken, duyusal parametrelerde azalma olmuştur. Un ilavesi depolama süresince mayonezlerin oksidasyon hızını yavaşlatmıştır. Mikrobiyal açıdan tüm mayonezler güvenli bulunmuştur. Sertlik ve kıvam değerleri un artışı ile artmış, kohesiflik ve ES değerleri azalmıştır. Tüm örnekler kaymayla azalan akış özelliği (psödoplastik) göstermiş ($n < 1$), kayma hızı arttıkça mayonezlerin viskozitesi azalmıştır. Yapılan çalışma ile mayoneze ilave edilen SPY ve meyve/sebze unları ile US uygulamasının belirtilen parametrelerde önemli değişimler gösterdiği ve literatürde sınırlı sayıda bulunan bu çalışmalara katkı sağladığı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Bal kabağı unu, Havuç unu, Mayonez, Soğuk pres yağlar, Ultrasonikasyon

ABSTRACT

PRODUCTION OF COLD PRESS OIL ADDED MAYONNAISES WITH DIFFERENT FORMULATIONS

PHD THESIS

SEVİNÇ GÜLEN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:PROF. DR. SEMRA TURAN)

BOLU, JUNE 2025

XI + 101pages

In this study, full (75%) and low-fat (50%) mayonnaises with cold-pressed sesame (C-SEO), safflower (C-SAO) and black cumin (C-BCO) oil additions and fruit/vegetable flour mayonnaises were produced and changes in color, sensory, total phenolic compounds (TPC), antioxidant activities (DPPH) and rheological and textural properties of mayonnaises were determined. The effects of cold-pressed oils (CPO), carrot/pumpkin flours and ultrasonication (US) on oxidative and emulsion stability (ES) and microbiological properties of mayonnaises under different storage conditions were investigated. Increasing CPO ratios increased the TPC and antioxidant activity of full-fat mayonnaise with values ranging from 12.07 to 13.26 mg GAE/100g and 0.56% to 4.08%, respectively. While the highest color change was observed in mayonnaises containing C-SAO, mayonnaises containing C-SEO showed the best lipid oxidation stability. Sensory evaluation scores ranged from 5.8 to 7.4, and mayonnaises containing C-SAO had the highest acceptability. All mayonnaises maintained their ES for 6 months at 4 °C and were found to be microbiologically safe. Color changes (ΔE) in low-fat mayonnaises containing different amounts of C-SEO and some of which were treated with US were found to be insignificant, and sensory parameters decreased as C-SEO content increased. TPC and antioxidant activity increased with C-SEO and US, and these samples showed better oxidative stability. ES was preserved during storage, and no bacterial growth was observed. However, yeast and mold growth was detected in samples without US from the 4th month onwards. In mayonnaises containing fruit/vegetable flour, ΔE , TPC and DPPH values increased as the amount of flour increased, while sensory parameters decreased. Addition of flour slowed down the oxidation rate of mayonnaise during storage. All mayonnaises were found to be microbially safe. Hardness and consistency values increased with the increase in flour, and cohesiveness and ES values decreased. All samples showed decreasing flow properties (pseudoplastic) with shear ($n < 1$), and the viscosity of mayonnaise decreased as shear rate increased. The study shows that CPO and fruit/vegetable flours added to mayonnaise and US application show significant changes in the specified parameters and contribute to these studies, which are limited in the literature.

KEYWORDS: Carrot flour, Cold press oils, Mayonnaise, Pumpkin flour, Ultrasonication

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ	ix
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	x
TEŞEKKÜR	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Mayonez	3
1.2 Soğuk Pres Yağlar	5
1.3 Ultrasonikasyon	7
1.4 Bal Kabağı ve Havuç Unu	10
1.5 Literatür Taraması	11
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
2.1 Materyal	16
2.2 Mayonez Örneklerinin Hazırlanması.....	16
2.2.1 Tam Yağlı Mayonez Üretimi.....	16
2.2.2 Düşük Yağlı Mayonez Üretimi	17
2.2.3 Meyve/Sebze Unlu Mayonez Üretimi	17
2.3 Renk Tayini	17
2.4 Duyusal Analiz	18
2.5 Toplam Fenolik Madde Tayini	18
2.6 Antioksidan Aktivite Tayini	19
2.7 Dinamik Reolojik Testler	19
2.8 Tekstür Analizi	19
2.9 Yağ Asidi Bileşimi Tayini	19
2.10 Tokoferol Tayini.....	20
2.11 Sterol Kompozisyonu	20
2.12 Serbest Yağ Asidi Miktarı	21
2.13 Meyve/Sebze Unlarında Yapılan Analizler.....	21
2.13.1 Kül Tayini	21
2.13.2 Nem Tayini.....	21
2.13.3 Yağ Tayini.....	21
2.13.4 Toplam Besinsel Lif Miktarı Tayini	22
2.13.5 Toplam Karotenoit Miktarı Tayini.....	22
2.13.6 Protein Tayini.....	23

2.13.7	Su ve Yağ Tutma Kapasitesi	23
2.13.8	Su Absorpsiyon Kapasitesi ve Suda Çözünürlük İndeksi	23
2.14	Mayonezlerin Depolanması	23
2.14.1	Emülsiyon Stabilitesi	23
2.14.2	Toplam Bakteri Sayımı	24
2.14.3	Maya ve Küf Sayımı	24
2.14.4	Mayonezlerden Yağ Ekstraksiyonu	24
2.14.5	Peroksit Değeri Tayini	24
2.14.6	<i>p</i> -Anisidin Değeri Tayini	25
2.14.7	Konjuge Dien-Trien Tayini.....	25
2.15	İstatistiksel Değerlendirme	26
3.	BULGULAR	27
3.1	Yağların Fizikokimyasal Özellikleri	27
3.2	Tam Yağlı Mayonez	27
3.3	Düşük Yağlı Mayonez	39
3.4	Meyve/Sebze Unlu Mayonez.....	47
4.	TARTIŞMA	57
4.1	Yağlar	57
4.2	Tam Yağlı Mayonez	59
4.3	Düşük Yağlı Mayonez	66
4.4	Meyve/Sebze Unlu Mayonez.....	70
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	78
	KAYNAKLAR	82
	EKLER.....	95

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Oda sıcaklığında depolanan SAM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri.....	32
Şekil 3.2. +4 °C’de depolanan SAM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri.....	32
Şekil 3.3. Oda sıcaklığında depolanan SÇM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri.....	33
Şekil 3.4. +4 °C’de depolanan SÇM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri.....	34
Şekil 3.5. Oda sıcaklığında depolanan SSM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri.....	34
Şekil 3.6. +4 °C’de depolanan SÇM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri.....	35
Şekil 3.7. SAM örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi ve viskozite değerleri.....	37
Şekil 3.8. SÇM örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi ve viskozite değerleri.....	37
Şekil 3.9. SSM örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi ve viskozite değerleri.....	37
Şekil 3.10. Tam yağlı mayonez örneklerinin sertlik (A), kıvam (B) ve kohesiflik (C) değerleri	39
Şekil 3.11. Oda sıcaklığında depolanan düşük yağlı mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri	42
Şekil 3.12. +4 °C’de depolanan düşük yağlı mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri.....	43
Şekil 3.13. Düşük yağlı mayonez örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi (A) ve viskozite (B) değerleri.....	45
Şekil 3.14. Düşük yağlı mayonez örneklerinin sertlik (A), kıvam (B) ve kohesiflik (C) değerleri	46
Şekil 3.15. Oda sıcaklığında depolanan meyve/sebze unlu mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların K_{232} (A) ve K_{270} (B) değerleri	51
Şekil 3.16. +4 °C’de depolanan meyve/sebze unlu mayonez örneklerin ekstrakte edilen yağların K_{232} (A) ve K_{270} (B) değerleri.....	52
Şekil 3.17. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi (A) ve viskozite (B) değerleri.....	54
Şekil 3.18. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin sertlik (A), kıvam (B) ve kohesiflik (C) değerleri	56

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Mayonez yapımında kullanılan yağların bazı özellikleri	28
Tablo 3.2. Tam yağlı mayonez örneklerinin başlangıç analiz sonuçları	29
Tablo 3.3. Tam yağlı mayonez örneklerinin α -tokoferol, β -karoten ve δ -tokoferol içerikleri	30
Tablo 3.4. Tam yağlı mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların peroksit (meq O ₂ /kg yağ) ve <i>p</i> -anisidin değerleri	31
Tablo 3.5. Depolanan tam yağlı mayonez örneklerinin emülsiyon stabilite (%) değerleri.....	36
Tablo 3.6. Tam yağlı mayonez örneklerinin Herschel Bulkley modeline ait parametreleri.....	38
Tablo 3.7. Düşük yağlı mayonez örneklerinin başlangıç analiz sonuçları	40
Tablo 3.8. Düşük yağlı mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların PV (meq O ₂ /kg yağ) ve <i>p</i> -anisidin değerleri	41
Tablo 3.9. Düşük yağlı mayonez örneklerinin toplam bakteri ve maya-küf sayıları (log kob/g)	43
Tablo 3.10. Düşük yağlı mayonez örneklerinin emülsiyon stabilitesi (%)	44
Tablo 3.11. Düşük yağlı mayonez örneklerinin model parametreleri	46
Tablo 3.12. Meyve/sebze unlu mayonez yapımında kullanılan yağların analiz sonuçları	47
Tablo 3.13. Meyve/sebze unlu mayonez yapımında kullanılan unların analiz sonuçları	48
Tablo 3.14. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin başlangıç analiz sonuçları	49
Tablo 3.15. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların peroksit (meq O ₂ /kg yağ) ve <i>p</i> -anisidin değerleri	50
Tablo 3.16. Depolama süresince meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin emülsiyon stabilitesi (%).....	53
Tablo 3.17. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin model parametreleri	55

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

AY	: Ayçiçek yağı
BKU	: Bal kabağı unu
BKM	: Bal kabağı unu içeren mayonez
DM	: Düşük yağlı mayonez
DPPH	: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
ES	: Emülsiyon stabilitesi
GC	: Gaz kromatografisi
HB	: Herschel Bulkley model
HU	: Havuç unu
HM	: Havuç unu içeren mayonez
PA	: <i>p</i> -anisidin
PL	: Power Law model
PV	: Peroksit değeri
SAM	: Soğuk pres aspir yağlı mayonez
SAY	: Soğuk pres aspir yağı
SÇM	: Soğuk pres çörek otu yağlı mayonez
SÇY	: Soğuk pres çörek otu yağı
SPY	: Soğuk pres yağı
SSM	: Soğuk pres susam yağlı mayonez
SSY	: Soğuk pres susam yağı
US	: Ultrasonikasyon
US-DM	: Ultrasonikasyon uygulanmış düşük yağlı mayonez
TPC	: Toplam fenolik madde

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve doktora öğrenimim boyunca tüm bilgi birikimi ve deneyimleri ile her zaman yanımda olan ve destekleyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Semra TURAN'a,

2023-TDR-6.12.54-0009 nolu Araştırma projesi kapsamında sağladığı olanaklardan dolayı B.A.İ.B.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na ve eğitim sürecimi, BİDEB 2211-A genel yurtiçi doktora burs programı ile maddi olarak destekleyen TÜBİTAK'a,

Bölüm imkanlarından faydalanmamı sağlayan Gıda Mühendisliği Bölümü Başkanı Prof.Dr. İbrahim ÇAKIR'a ve değerli öğretim üyelerine,

Tez sürecimde önemli katkıları ile ilerlememi sağlayan tez izleme komitesinin değerli üyeleri Doç. Dr. Hakan ERİNÇ ve Dr. Öğr. Üyesi İlker Turan AKOĞLU'na,

Reolojik ve tekstürel analizlerin yapılmasında laboratuvar imkanlarını sunan ve yardımlarını esirgemeyen Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi bölümü öğretim üyeleri Prof. Dr. H. Barbaros ÖZER ve Doç. Dr. H. Ceren AKAL DEMİRDÖĞEN'e,

Tokoferol analizlerinin yapılması başta olmak üzere her konuda yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Derya ATALAY'a,

Makale yazımı konusunda büyük emeği bulunan Dr. Deniz GÜNAL KÖROĞLU'na ve çalışmalarım boyunca yetişemediğim her yerde yardımına koşan yol arkadaşlarım Rukiye SOLAK, Dr. Şeyma Betül ENCU ve Dr. Merve ERTEM'e,

Ve beni her koşulda destekleyen, her zaman yanımda olan sevgili AİLEM'e, sonsuz teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Mayonez; bitkisel sıvı yağ, yumurta, asitlik düzenleyiciler, diğer katkı maddeleri ve çeşni maddelerinin bir veya birkaçı ile tekniğine uygun olarak hazırlanan emülsiyon halinde kıvamlı bir mamuldür (Kwon vd., 2015; Raikos vd., 2020).

Mayonez yüksek yağ içeriği nedeniyle lipit oksidasyonuna karşı duyarlı bir üründür (Kwon vd., 2015; Ozdemir vd., 2018; Gorji vd., 2019). Bu nedenle oksidasyonun geciktirilmesi dolayısıyla ürünün raf ömrünün arttırılması için antioksidan kullanımı gerekli olmaktadır (Gorji vd., 2019). Ancak günümüzde bu antioksidan maddelerin çoğunluğunun sentetik kaynaklı olması, kullanım miktarlarının sınırlı olması ve tüketici tercihlerinin doğal ürünlere yönelmesi alternatif arayışları gerekli kılmaktadır. Soğuk pres yağlar, doğal antioksidanları yüksek oranda içermesi nedeniyle rafine yağlara göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Sadeghi vd., 2019). Kendilerine özgü yağ asidi bileşimleri ile fitosterol ve antioksidanlar gibi faydalı bileşenleri içermeleri nedeniyle çörek otu, keten, susam, aspir gibi bazı yağlı tohumlara tüketicilerin ilgisi artmaktadır (Sözer, 2013). Yağlı tohumlardan yağ elde edilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır ve kullanılan yöntemin son ürünün kalitesi üzerine önemli etkileri vardır. Rafine edilenlere göre soğuk pres yağlar; steroller, karotenoitler, fenolikler ve diğer fitokimyasallar bakımından zengindir ve beslenme açısından daha değerlidir (Kıralan vd., 2018). Soğuk presleme yöntemi, kimyasal çözücüler ve yüksek sıcaklıklar uygulanmayan mekanik bir işlemdir. Dolayısıyla basit, ucuz ve en önemlisi ekolojik bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Symoniuk vd., 2022). Literatürde soğuk pres yağlarının gıda formülasyonlarına eklenmesi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak mayonezde soğuk pres yağ kullanımına yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Su içinde yağ (O/W) emülsiyonu olan mayonezin emülsiyon stabilitesi, kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu stabilitenin sağlanmasında yağ fazının miktarı ve farklı emülgatör, stabilizatör ve koyulaştırıcıların önemli rolü vardır. Mayonezde kıvam yağa bağlıdır, ne kadar çok yağ kullanılırsa o kadar iyi kıvam oluşur. Dolayısıyla düşük yağlı mayonez üretiminde zayıf kıvam, düşük emülsiyon kararlılığı, lezzet kaybı ve ağız hissi gibi bazı sorunlar oluşabilmektedir (Abd El-Rahman vd., 2020). Bu sorunların çözülebilmesi için

emülgatörler veya stabilizatörlerin kullanılması gerekmektedir. Günümüz tüketim toplumu ürünlerin formülasyonunda kimyasal katkı maddesi içermeyen doğal içerikleri talep etmekte ve fonksiyonel gıda bileşenleri içeren gıdalara yönelim her geçen gün artmaktadır. Yapılan çalışmalarda, bitkisel kaynaklı gıdaların yapısında bulunan fonksiyonel gıda bileşenlerinin insan sağlığı üzerine önemli etkileri olduğu belirtilmiştir. Antioksidanların, serbest radikallerin neden olduğu hücresel hasara karşı koruma sağlayarak kanser riskini azaltabileceği bildirilmektedir (Pereira vd., 2020).

Bal kabağı polifenoller ve karotenoitler gibi antioksidan içeren bir meyvedir. Kabak ununun, fizikokimyasal kalitesi açısından yağı azaltılmış mayoneze uygulanabileceği ve bu mayonezlerde emülsiyon sistemini iyileştireceği, viskoziteyi arttıracak ve raf ömrünü uzatacak belirtilmektedir (Nidhal vd., 2022). Havuç ise, karotenoitler, diyet lifi ve fenolik maddeleri önemli miktarda içeren, sağlığa faydalı fonksiyonel bir besindir. Bu nedenle, havucun gıda formülasyonlarında kullanımına yönelik çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Jacobo-Velazquez, 2023).

Gıda yan ürünleri veya artıklarının değerlendirilmesi sürdürülebilir tüketim açısından önem arz etmektedir. Meyve ve sebze unları ticari değeri olmayan meyve/sebzelerden ve bunların yan ürünlerinden üretilmektedir. Meyve ve sebze atıklarının un haline getirilmesi, katma değer kazanmasını ve üretimde farklı formülasyonlarda kullanılmasını sağlamaktadır (Vieira vd., 2023). Sürdürülebilir tüketim, yeşil ekonomi ve eko-tüketim günümüzde büyük öneme sahip kavramlardır. Sürdürülebilir tüketimin teşviki, düşük çevresel etki, sürdürülebilir gıda güvenliği ve halk sağlığının iyileştirilmesi için bir temeldir. Gıda formülasyonuna kabak/havuç yan ürünlerinin eklenmesiyle üretim artıklarının israfı azaltılmış, üretime ekonomik değer katılmış, yeni ürünlerin formülasyonlarına katkı sağlanmış olacaktır (Villamil vd., 2023).

Düşük yağlı mayonezlerin üretiminde sentetik katkı maddeleri kullanmadan veya bu maddelerin miktarını azaltarak emülsiyon stabilitesini sağlamak için yeni yöntemler de denenmektedir. Yeni tekniklerden biri de ultrasonikasyon (US) teknolojisidir. Bu teknolojinin, emülsiyon oluşturma, kristalizasyon, filtrasyon, enzim ve mikroorganizma inaktivasyonu, kurutma, homojenizasyon gibi gıda sanayinde çeşitli kullanımları bulunmaktadır (McClements vd., 1996). Uygulandığı gıdanın besin değerini ve duyuşal

özelliklerini korurken raf ömrünü arttırabilmektedir. Ayrıca çevre dostu olması, enerji tasarrufu sağlaması, düşük maliyeti, yüksek güvenlik sağlaması ve daha fazla homojenlik gibi faydaları da vardır (Tavakoli vd., 2021a). Literatürde çeşitli gıdalarda US uygulanması araştırılmış olsa da mayonezde kullanımına dair çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Bu çalışmada, soğuk pres susam, aspir ve çörek otu yağları ilaveli tam ve düşük yağlı mayonezler ile havuç ve bal kabağı unu ilaveli düşük yağlı mayonezler üretilerek reolojik, oksidatif ve emülsiyon stabilitesi ile mikrobiyal özellikleri üzerine ilave edilen bu maddelerin ve düşük yağlı mayonezde ultrasonikasyonun etkisi araştırılmıştır. Tam yağlı mayonezler, düşük yağlı mayonezler ve meyve/sebze unlu mayonezler olmak üzere üç farklı üretim planı yapılmıştır. Üretilen mayonezler 28 gün oda sıcaklığında, 6 ay +4 °C'de depolamaya bırakılarak belirli aralıklarla analizleri yapılmıştır. Sonuçların, bu konularda sınırlı sayıda bulunan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1 Mayonez

Bugün dünyanın en çok tüketilen soslarından biri olan mayonez, ilk olarak 1900'lü yılların başlarında ticari olarak üretilmiş ve 1917'den beri Amerika'da popüler olmuştur. Suda yağ emülsiyonu olan mayonez, geleneksel olarak yağ, yumurta sarısı, tuz, şeker, sirke ve çeşitli baharat karışımından oluşur (Kwon vd., 2015; Raikos vd., 2020).

Geleneksel olarak, su içinde yağ emülsiyonları, bir veya daha fazla emülsiyonlaştırıcı ile yağ ve su çözeltisinin homojenleştirilmesiyle üretilir. Homojenizasyon sırasında emülgatörler, oluşan damlacıkların yüzeyine adsorbe olarak yüzey gerilimini azaltır. Ayrıca emülgatörler damlacıkların etrafında koruyucu bir tabaka oluşturup kümelenmeden korunmalarına yardımcı olurlar. Gıda endüstrisinde kullanılan en yaygın emülgatörler proteinler, polisakkaritler, fosfolipitler ve küçük moleküler yüzey aktif maddelerdir (McClements, 1999; Onsaard vd., 2013).

Mayonez üretiminde kullanılan her bir bileşen hem ürün yapısı hem de duyuşal özellikler üzerine farklı etkilere sahiptir. Yumurta sarısının emülsifiye etme görevi vardır ve mayonezin stabilitesinde önemli rol oynar. Tuz, mayonez proteinlerinin elektrik yükünü etkileyerek yağ damlacıklarının daha sıkı adsorpsiyonunu sağlar. Hem tuz içeriği hem de pH, mayonezin özellikleri ve stabilitesi üzerinde önemli ölçüde etkilidir. Sirke, mayonez üretiminde yaygın

olarak kullanılan asit kaynağıdır. Asit ilavesi, emülsiyonun pH'sını düşürerek yapıyı etkilemektedir. Yumurta sarısı proteinlerinin izoelektrik noktalarına yakın pH değerlerinde en yüksek viskoelastisite ve stabilite gözlenmektedir (Depree ve Savage, 2001; Taslikh vd., 2022).

Mayonezin ana bileşenlerinden olan yağ, ürünün reolojik özellikleri ve duyuşal özellikleri üzerinde olumlu etkiye sahiptir. Yağ, gıda emülsiyonunun lezzetine, tadına, tekstürüne, kremşı yapısına, görünümüne, lezzetine ve raf ömrüne katkıda bulunur (Amin vd., 2014). Bununla birlikte, yüksek yağ içeriğı nedeniyle mayonez bozulmaya karşı hassastır ve kalite bozulmasının başlıca nedeni lipit oksidasyonudur. (Kwon vd., 2015; Ozdemir vd., 2018; Gorji vd., 2019). Lipit oksidasyonunu geciktirmek için en yaygın strateji antioksidanların kullanılmasıdır (Gorji vd., 2019). Endüstriyel ölçekte lipit oksidasyonunu ve bozunmasını kontrol etmek için sentetik veya doğal antioksidanlar kullanılmaktadır. Sentetik antioksidanlar doğal antioksidanlardan daha ekonomiktir ancak termal olarak kararsızdır ve sağık üzerine olumsuz etkilere neden olabileceğı için kullanımı sınırlıdır. Bu nedenle doğal antioksidan bileşikler içeren bitkiler ve baharat üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır (Gavahian vd., 2013; Alizadeh vd., 2019; Khalid vd., 2021).

Mayonezde yağ içeriğı ne kadar yüksek olursa tekstür ve reolojik özellikler de o kadar iyi olacaktır (Abd El-Rahman vd., 2020). Ancak yüksek miktarda yağ tüketimi kardiyovasküler hastalıklara, hipertansiyona ve obeziteye sebep olduğundan tüketiciler sağıklı gıdalara yönelerek yağı azaltılmış ürünleri talep etmektedir. Bu nedenle son yıllarda yapılan çalışmalar gıdaların yağ içeriğini azaltma yönünde olmuştur (Depree ve Savage, 2001). Bununla birlikte, yumurta sarısının yüksek kalori ve kolesterol içeriğı nedeniyle, aşırı mayonez tüketiminin genellikle sağıkla ilgili sorunlara neden olduğı da düşünülmektedir (Alizadeh vd., 2019). Tüketiciler sağıklı diyetler talep ettikçe, birçok araştırmacı yumurta sarısının tamamını veya bir kısmını ikame etmek ve düşük yağlı mayonezde zayıf kıvam, lezzet kaybı gibi olumsuzlukları telafi etmek için bitki bazlı emülgatörler, stabilizatörler veya koyulaştırmacıların eklendiğı çalışmalar yapmıştır (Mirzanajafi-Zanjani vd., 2019; Abd El-Rahman vd., 2020). Ayrıca gıda güvenliğinin sağılanması için yeni teknolojilerin kullanımı da gün geçtikçe artış göstermektedir. Mayonezde istenilen kıvamın elde edilmesi, emülsiyon stabilitesinin korunması, lipit oksidasyonunun önlenmesi/geciktirilmesi veya

mikrobiyal inaktivasyonun sağlanması için ultrasonikasyon, yüksek basınç veya ultra yüksek basınç uygulaması gibi teknolojiler kullanılarak daha sağlıklı ve güvenli mayonez üretme çalışmaları yapılmaktadır (Aganovic vd., 2018; Alvarez-Sabatela vd., 2018; Kumar vd., 2021; Tavakoli vd., 2021a,b).

1.2 Soğuk Pres Yağlar

Besinlerin lezzeti kadar, sağlıklı olması da insanlar için büyük önem taşımaktadır. Gıda maddelerinin ana bileşenlerinden biri olan yağların sağlıklı olması ve bilinçli bir şekilde kullanılması tüketiciler tarafından talep edilmektedir (Sadıksoy-Tunçay, 2020). İşlenmeden tüketime sunulan soğuk pres yağlar içerdiği faydalı bileşikler, farklı tat ve aromaları nedeniyle ilgi görmektedir (Kıralan vd., 2018).

Soğuk presleme, yağ ekstraksiyonu için sıcaklık veya organik çözücüler kullanılmayan bir işlem olup yağın saflaştırılması, çöktürme, filtreleme veya santrifüjleme ile yapılır. Bu nedenle, rafine edilenlere göre soğuk pres yağlar steroller, karotenoidler, fenolikler ve diğer fitokimyasallar bakımından zengindir ve beslenme açısından daha değerlidir (Kıralan vd., 2018). Soğuk pres yağlar, doğal antioksidanları yüksek oranda içermesi nedeniyle daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir, ancak serbest yağ asitleri, klorofiller ve peroksitlerin daha yüksek olması nedeniyle daha düşük stabiliteye sahiptir. Bu nedenle, depolama süresini tahmin etmek için soğuk pres yağların stabilitesini belirlemek esastır (Sadeghi vd., 2019). Soğuk pres yağlarda tutarlı ürün kalitesi elde etmek zordur. Bu yağların kalitesi büyük oranda ham maddeye bağlıdır ve ham maddenin saflığı, olgunluğu, homojenliği ve hasar görmemiş olması yağın kalitesini etkiler. Ayrıca son kullanma tarihi, hasat yöntemi ve depolama koşulları da önemlidir (Symoniuk vd., 2022).

Susam (*Sesamum indicum*), dünya çapında bilinen en eski ve değerli yağlı tohum bitkilerinden biridir. Bugüne kadar gıda, ilaç, kozmetik, tarım ve diğer endüstrilerde önemli bir kullanım alanına sahip olmuştur (Shi vd., 2018b; Tenyang vd., 2017). Susam dünyanın hem tropikal hem de ılıman bölgelerinde yetiştirilebilir. Çeşitli ekolojik koşullara uyarlanmış çok sayıda çeşit ve susam ekotipleri vardır (Shi vd., 2017; Tenyang vd., 2017). Susam tohumu %57 ile %63 arasında bir yağ içeriğine sahiptir. Bu yağ, oleik (%43), linoleik (%35), palmitik (%11) ve stearik (%7) asitleri içermekte ve yemeklik yağ olarak kullanıma uygun görülmektedir (Brewer vd., 2016). Susam tohumu ekstraksiyonundan elde edilen

bir yan ürün olan susam yağı, doymamış yağ asitleri, antioksidanlar ve fonksiyonel bileşikler olarak kabul edilen biyoaktif fitokimyasallar nedeniyle besleyici bir gıda olarak kabul edilmektedir (Shi vd., 2017; 2018a,b). Susam yağı, oksidatif stabilite ve antioksidatif aktivitede önemli bir rol oynayan gliserol olmayan fraksiyonda sesamin ve sesaminol lignanları içerdiğinden pişirme amaçlı kullanılabilecek yüksek kalitede bir yağdır (Brewer vd., 2016; Sadeghi vd., 2019). Ayrıca birçok çalışma; içeriğindeki bileşenlerin (tokoferol, fitosterol ve lignan) antioksidan, anti-ateroskleroz, kanser, plazma, kolesterol ve serbest radikal inhibisyon etkileri olduğunu göstermiştir (Shi vd., 2018a).

Susam yağı, krema, salata sosu ve diğer sosların üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ilaç endüstrilerinde ve kozmetik ürünlerinde (örneğin vücut losyonu, sabun ve şampuan) kullanımı mevcuttur. Su içinde yağ emülsiyonu olan birçok üründe susam yağı kullanılmaktadır (Onsaard vd., 2013).

Aspir (*Carthamus tinctorius*) Asya, Kuzey Amerika ve Güney Amerika'da yetiştirilen değerli bir yağlı tohumdur. Aspir yağının, linoleik asit gibi çoklu doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içermesi nedeniyle birçok yararlı sağlık etkisi gösterdiği bildirilmiştir (Zhao vd., 2018; Wang vd., 2020). Dünyanın birçok yerinde, yüksek linoleik asit içeriği nedeniyle aspir yağı yemeklik yağ olarak kullanılmaktadır. Aspir yağı, %6-8 palmitik, %2-3 stearik, %16-20 oleik ve %71-75 linoleik asit içermekte ve tüm tohum yağları arasında en yüksek linoleik asit içeriğine sahiptir (Aydeniz vd., 2014). Ayrıca beş tip aspir yetiştirilmektedir; bunlar çok yüksek (~%88) ve yüksek (%71-75) linoleik; yüksek (%75-80) ve orta (%41-53) oleik ve yüksek (%13-15) stearik asit içeren aspir çeşitleridir. Yüksek linoleik asitli aspir tohumu, yaygın yetiştirilen ve önde gelen aspir türüdür. Yüksek linoleik asitli aspir yağı emülsiyonu, metabolizmayı hızlandırarak sağlıklı kilo yönetimi açısından kolayca emilen bir besin takviyesi olarak geliştirilebilir. Ayrıca yüksek linoleik asitli aspir yağının kan kolesterol seviyesini düşürücü etkisi vardır. Yüksek oleik asitli aspir yağı da besinsel faydaları ile bilinmekte, içerdiği oleik asit oksidasyona karşı koruyucu etki sağlamakta ve klinik lipid çalışmalarında referans yağ olarak kullanılmaktadır (Zhao vd., 2018; Sanchez vd., 2019). Yüksek oleik asitli aspir kızartma yağı olarak kullanıma uygundur. Ayrıca kardiyovasküler hastalıkların, erkek ve kadınlarda kısırlığın önlenmesi ve tedavisinde etkilidir (Banas vd., 2020).

Çörek otu (*Nigella sativa*) veya siyah tohum, Akdeniz'e, Pakistan ve Hindistan'ın komşu ülkelerine özgü, *Ranunculaceae* ailesinin tek yıllık çiçekli bir bitkidir (Agbaria vd., 2015). Çörek otu ve özellikle çörek otu yağının yüksek terapötik değere sahip olduğu bilinmektedir. Yüzyıllar boyunca çeşitli rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılmıştır. Çörek otu özleri uçucu ve uçucu olmayan yağlar, amino asitler, proteinler, karbonhidratlar, alkaloidler, azotlu bileşikler, saponinler, sodyum, kalsiyum, demir ve potasyum gibi mineraller içerir. Genel olarak, 100'den fazla bileşik çörek otu tohumundan izole edilmiş ve yapıları incelenmiştir. Birçok çalışma, çörek otunun farmakolojik aktivitesinin büyük bir kısmını timokinona (TQ) bağlamaktadır. TQ'nun tedavi edici etkisini incelemek için yapılan *in vivo* ve *in vitro* çalışmalar; çörek otu yağının antihipertansif, antibakteriyel, antihistaminik, antifungal, analjezik, anti-diyabetik ve antiinflamatuvar etkileri olduğunu göstermiştir. Astım, yüksek tansiyon, egzama, öksürük, baş ağrısı, grip, ateş, kanser ve baş dönmesi gibi semptom ve hastalıklarda etken madde olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Agbaria vd., 2015; Alkhatib vd., 2020; Azad vd., 2020).

1.3 Ultrasonikasyon

Hayvanlar aleminde çeşitli canlılar yaşamlarını sürdürmek için farklı amaçlarla ultrason dalgalarından yararlanmaktadır. Yarasalar ve yunuslar, avladıkları böceklerin ve balıkların boyutunu, şeklini ve hızını belirlemek için düşük yoğunluklu ultrasonik darbeler kullanırken; bazı deniz türleri ise yakalamadan önce kurbanlarını sersemletmek için yüksek yoğunluklu ultrason dalgaları kullanmaktadır (Ravikumar vd., 2017). Geçtiğimiz yüzyılda insanlar, bazı özel elektronik ekipmanların yardımıyla da olsa, gıdaları karakterize etmek ve değiştirmek için ultrason kullanmaya başlamıştır (McClements, 1996).

Ultrasonikasyonun ilk uygulamalarından biri emülsifikasyon olmuştur. Emülsiyon üretmek için yüksek yoğunluklu ultrason kullanımının ilk raporu Wood ve Loomis (1927) tarafından yayınlanmıştır. 1970'lerin sonlarında, UAE (ultrason destekli emülsifikasyon) operasyonu için iki mekanizma önerilmiştir. Birincisi, akustik dalgalar tarafından yağ ve su fazlarının sınırında olan "Rayleigh Taylor istikrarsızlığı" diğeri ise, kavitasyon kaynaklı türbülans tarafından oluşturulan mikro kabarcıkların çökmesi sonucu yüksek basınç (100 MPa) ve sıcaklıkla (5000 K) lokalize şok dalgalarının üretilmesidir. 1990'ların sonunda ve 2000'lerin başında, birçok çalışmada UAE'nin verimliliği, rotor-stator yüksek

parçalayıcı karıştırıcılar ve yüksek basınçlı valf homojenleştiriciler gibi diğer geleneksel homojenizasyon teknikleriyle karşılaştırılmıştır (Gharibzahedi ve Jafari, 2018).

Gıda endüstrisindeki ultrason uygulamaları ses dalgalarının yoğunluğuna göre; düşük yoğunluklu ve yüksek yoğunluklu ultrason olmak üzere iki farklı kategoriye, uygulama biçimlerine göre üç farklı kategoriye ayrılmaktadır ve bunlar ürüne doğrudan uygulama, cihazla bağlantı ve ultrasonik bir banyoya daldırma şeklindedir (Chemat vd., 2011). Düşük yoğunluklu ultrason, gıdanın özelliklerinde hiçbir fiziksel veya kimyasal değişikliğe neden olmayacak kadar küçük güç seviyelerini ($<1 \text{ Wcm}^{-2}$) kullanır ve tahribatsızdır. Yüksek yoğunluklu ultrason uygulamalarında ise kullanılan güç seviyeleri oldukça yüksektir ($10\text{-}1000 \text{ Wcm}^{-2}$ aralığında). Bu nedenle uygulandığı gıdanın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyebilmektedir (McClements, 1996).

Ultrasonikasyon, insan kulağının işitme sınırlarını aşan bir frekansa (~ 20 kHz) sahip ses dalgası olarak tanımlanmaktadır. Ultrason dalgası sağlayan cihazlar, genellikle 20 kHz ile 10 MHz aralığında kullanılmaktadır (Yılmaz, 2014). Ses dalgaları etkisi ile sıvı içerisinde mekanik vibrasyon ve kavitasyon oluşmaktadır. Kavitasyon; sıvı içerisinde küçük hava kabarcıklarının oluşması, büyümesi ve patlaması olayıdır (Mason vd., 1996; Rao ve McClements, 2011). Ultrason dalgaları, içinden geçtiği ortamın moleküllerinde bir dizi sıkıştırma ve seyrelme dalgaları ile çoğalmaktadır. Yüksek güç uygulandığında seyrelme döngüsü, sıvının moleküllerinin çekme kuvvetlerini aşarak kavitasyon kabarcıklarının oluşumunu sağlamaktadır (Mason vd., 1996). Bu kabarcıklar, büyüyerek ortamdaki buhar ya da gazları içlerine hapsetmektedir. Sıvı boyunca dağılan kabarcıklar, uygulanan frekans ile büyümektedir. Kavitasyon kabarcıklarının hacmi kritik noktaya ulaştığında patlamaktadır (Yılmaz, 2014). Kabarcıkların patlaması termal, mekanik ve kimyasal etkilere neden olmaktadır. Mekanik etkiler çökme basıncı, türbülanslar ve kesme gerilmelerini içerirken, kimyasal etkiler serbest radikallerin oluşumunu içerir. Kavitasyon yüksek sıcaklık ($5,000 \text{ K}$) ve basınçlara ($1,000 \text{ atm}$) neden olmaktadır (Majid vd., 2015).

Ultrason, gıda endüstrisinde işleme, ekstraksiyon, filtrasyon, emülsifikasyon, homojenizasyon vb. gibi birçok uygulamada kullanılabilir. Güvenli ve çevre dostu bir uygulamadır. Birçok yöntemle birlikte kullanılabilir ve mikrobiyal inaktivasyonun etkili bir yolu olarak kabul edilir. Diğer yöntemlere

kıyasla ekstraksiyon oranı ve verimi daha yüksektir. İşleme sırasında gıdanın tat, renk veya besin değerlerinde minimum düzeyde kayıp gerçekleşir. Kullanımı kolaydır ve enerji tasarrufu sağlar. Bu avantajlara rağmen bazı dezavantajları da vardır. Ultrasonikasyon, gıda bileşiklerindeki değişikliklerden sorumlu olan kritik sıcaklık ve basınç koşullarının bir sonucu olarak radikal oluşumuna yol açabilir. İstenmeyen tatların oluşması, fiziksel özelliklerde değişiklikler ve bileşenlerin bozulmasıyla gıda ürünlerinde kalite bozulmasından sorumlu olabilecek fizikokimyasal etkilere neden olabilir. Ultrason dalgalarının frekansı, kütle transferine direnç sağlayabilir. Ayrıca yüksek yatırım maliyeti gerekmektedir (Majid vd., 2015).

Emülsifikasyon birbiri ile karışmayan iki sıvının bir araya getirilmesi işlemidir ve genellikle karıştırıcılar ile yapılmaktadır. Ancak son yıllarda emülsiyon hazırlamak için kullanılan özel aletler; yüksek basınçlı sistemler, ultrasonik homojenizatörler, rotor-stator ve membran sistemler geliştirilmiştir.

Homojenizasyon, iki veya daha fazla karışmayan sıvının eşit olarak dağıtılmış emülsiyon sistemine aktarılması olarak tanımlanır. Homojenizasyon, birincil ve ikincil homojenizasyon olarak ikiye ayrılır. Uygun emülgatör ve iki karışmayan sıvının varlığında, bir sıvının iri parçacığı başka bir sıvıya dağıtılır ve emülsiyon oluşursa, bu işleme birincil homojenizasyon denir. İkincil homojenizasyon ise mevcut emülsiyonun damlacıklarının partikül boyutunu küçülten süreç olarak tanımlanmaktadır (McClements, 2004).

Ultrasonik homojenleştirme, türbülanslı ve kavitasyonel etkiler sonucunda bir numune içinde kesme ve basınç gradyanları üreten ve çözeltiyi çalkalayan, 20 kHz'in üzerindeki ultra-ses dalgalarından yararlanan homojenizasyon tekniği olarak tanımlanabilir (Yıldırım, 2015).

Emülsiyonlardaki ultrason uygulamaları, enerji verimliliği, düşük üretim maliyeti, sistem manipülasyonunun kolaylığı ve ultrasonun formülasyon değişkenleri üzerinde daha iyi kontrolü nedeniyle diğer tekniklere göre daha avantajlıdır. Stabil bir emülsiyon elde etmek için gereken yüzey aktif madde miktarı genellikle daha düşüktür. Üretilen emülsiyonlar daha kararlıdır ve oldukça küçük partikül boyutuna sahip damlalar içerir. Emülsiyon hazırlanması ile ilgili çoğu laboratuvar çalışması, genellikle rotor-stator cihazları kullanarak oldukça büyük damlacıklar içeren ilk önce kaba bir emülsiyon üretmenin ve ardından

ultrason kullanarak damlacık boyutunu azaltmanın daha verimli ve uygun olduğunu göstermektedir (Canselier vd., 2002; Silva vd., 2015).

Tüm bilgiler göz önünde bulundurulduğunda ultrasonikasyonun, gıdanın kalitesini iyileştirmek için hızlı, verimli ve güvenilir bir alternatif olduğu sonucuna varılabilir. Ultrason teknolojisi gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakta ve günden güne de uygulamaları artmaktadır.

1.4 Bal Kabağı ve Havuç Unu

Meyve/sebze unu, taze meyve veya sebzelerin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulması ve öğütülmesi sonucu elde edilen bir üründür. Taze meyve/sebzeler su aktiviteleri nedeniyle mikrobiyal veya biyokimyasal reaksiyonlar sonucu kolay bozulabilen ürünlerdir. Dolayısıyla raf ömrünü artırmak, yeni ürün elde etmek, kullanım kolaylığı sağlamak, besleyici özelliklerinden faydalanmak, doğal katkı maddesi olarak kullanmak gibi nedenlerle meyve ve sebzeler kurutulmaktadır. Bununla birlikte gıda endüstrisinde meyve/sebzelerin posa, çekirdek veya kabukları artık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu artıkların değerlendirilmesi ve geri kazanımı, çevre kirliliğini önlerken ekonomik kazanım da sağlamaktadır. Genellikle bitkisel artıklar gübre, hayvan yemi veya fonksiyonel gıda üretiminde kullanılmaktadır. Gıda formülasyonuna bal kabağı/havuç yan ürünlerinin dahil edilmesiyle atıklar değerlendirilerek israf azaltılmış, üretime ekonomik değer katılmış, yeni ürünlerin formülasyonlarına katkı sağlanmış olacaktır (Villamil vd. 2023).

Havuç çeşitli vitaminler, mineraller, fenolik bileşikler, lif, antioksidanlar, karotenoidler ve protein yönünden zengin bir sebzedir. Havucun önemli besin maddeleri nedeniyle çok amaçlı kullanımı, onu gıda işleme endüstrileri için son derece önemli bir ürün haline getirmektedir. Havuç, β -karoten ve önemli miktarda tiamin (0.04 mg/100g) ve riboflavin (0.02 mg/100g) içerir (Çakıroğlu, 2022; Purewal vd., 2023). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, bitkisel gıdaların yapısında bulunan fonksiyonel gıda bileşenlerinin insan sağlığı üzerinde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir ve bu nedenle meyve/sebzelere ve bunlardan elde edilen ürünlere ilgi artmaya başlamıştır (Korkmaz, 2023). Havuç ve ürünleri; dokuları onarıcı, göz sağlığını koruyan, akciğer ve derideki epitel dokuları yenileyen, kalp damar hastalıkları riskini azaltan, enfeksiyonlarla mücadele eden, antikanser aktiviteye sahip doğal antioksidanlar açısından zengindir (Hassan ve Barakat, 2018).

Bal kabağı, tropikal ve subtropikal ülkelerde yetiştirilen salatalık ve kabağı içeren *Cucurbitaceae* familyasında yer alan *Cucurbita* cinsine ait bir meyvedir. Meyvede besleyici, sağlığı koruyucu polisakkaritler ile tohumlarda protein ve yağların bulunması; gıda işleme, tarım, ilaç ve yem endüstrisinde bal kabağı ve kabak bazlı ürünlerin kullanımının artmasına neden olmuştur (Öztürk, 2019; Adelerin vd., 2022). Kabak unları, kabak yan ürünlerinin en yaygın biçimidir. Pektin, selüloz, hemiselüloz ve lignin formunda yüksek ham lif içeriğine (%21.9) sahiptir (Villamil vd., 2023). Ayrıca proteinler, fitosteroller, çoklu doymamış yağ asitleri, antioksidanlar, vitaminler, mineraller ve vücutta sentezlenemeyip dışarıdan alınan temel aminoasitler bakımından oldukça zengindir (Tuna, 2015; Öztürk, 2019; Sunaç-Yeniçeri, 2019). Kabak yan ürünlerinde bulunan toplam fenolik, toplam flavonoid, tokoferoller, toplam karotenoid, mineral ve diyet lifi gibi biyoaktif bileşikler antioksidan, antimikrobiyal, antihipertansif ve immünomodülatör aktiviteler olmak üzere birçok biyolojik özelliklere sahiptir (Gavril vd., 2024). Bu unlar yaygın olarak tüketilen gıdaların formülasyonuna katılabilir. Birçok unlu mamül, süt ürünleri, içecekler, kraker, makarna hatta köftede bile yer almaktadır. Bu ürünlerin fizikokimyasal özelliklerindeki birincil etkisi protein, demir, kalsiyum, karoten içeriği ve tekstürel özelliklerinde artış şeklindedir (Villamil vd., 2023).

Sıvı veya yarı katı gıda ürünlerine meyve/sebze unu eklemek viskozitelerini artıracaktır. Ayrıca son ürünlerin stabilitesini, raf ömrünü ve potansiyel sağlık yararlarını arttırmakta meyve/sebze unları ile mümkündür. Meyve unları içerdikleri diyet lifleri ile ürünlerin su ve yağ tutma kapasitesi ile köpük kapasitesini etkileyerek belirli bir tekstürel özellik sağlamaktadırlar. Bu avantajlarının yanı sıra koyulaştırıcı, jelleştirici, dolgu maddesi, su tutucu madde ve yenilebilir filmlerin üretiminde kullanılması gibi önemli teknolojik işlevlere sahiptir (Santos vd., 2022).

1.5 Literatür Taraması

Soğuk pres yağlar, doğal antioksidanları yüksek oranda içermesi nedeniyle daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Sadeghi vd., 2019). Son yıllarda tüketiciler tarafından bu yağlara yönelim oldukça artmış; buna bağlı olarak gıda formülasyonlarına katılmasına yönelik çalışmalar da artış göstermiştir. Ancak soğuk pres yağlarının mayonezde kullanımıyla ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır. Ozdemir vd. (2018) tarafından mayonezde soğuk pres çörek otu yağı kullanmanın

oksidatif stabiliteyi ve aromayı geliştirdiği bildirilmiştir. Nishat vd. (2024) ise soğuk pres yöntemiyle hazırlanan kavun çekirdeği yağının mayonez formülasyonuna eklenmesinin serbest radikallerin üretimini azalttığını belirtmişlerdir. Oksidasyonu azaltmak için mayoneze %40 kavun çekirdeği yağı eklemek en iyi sonucu göstermiştir. Başka bir çalışmada ise soğuk pres keten, chia ve roka çekirdeği yağı atıklarından zambak üretimi yapılarak elde edilen zambak vegan mayonezde kullanılmış ve tüm zambakların vegan mayonez üretiminde istenilen reolojik, mikroyapısal özellikler ile oksidatif stabiliteyi sağlayabileceği tespit edilmiştir (Hijazi vd., 2022).

Baharat ekstraktlarının ve farklı antioksidanların mayonezde kullanımı ile ilgili yapılan bir çalışmada ise; en yüksek antioksidan aktivite (DPPH radikal süpürme aktivitesi) C vitamininde saptanmış, onu biberiye, tokoferol, kekik, bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), karabiber ve zencefil takip etmiştir (Kwon vd., 2015). Benzer şekilde; mayoneze yeşil çay ekstresi, tokoferol karışımı (Gorji vd., 2019), farklı zencefil türleri (Safitri vd., 2019), zencefil tozu (Kishk ve Elsheshetawy, 2013), moringa yaprak ekstresi (Abd El-Rahman vd., 2020), karabuğday kabuğu ekstraktı (Park vd., 2020), elma kabuğu unu (Evanuarini ve Susilo, 2021), soğan atığı tozu (Prokopov vd., 2023) ve karanfil özütü (Chatterjee ve Bhattacharjee, 2015) eklenmesinin antioksidan aktiviteyi arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca Zenyan'dan ekstrakte edilmiş uçucu yağların (EO'lar) mayonez formülasyonunda sentetik antioksidanlara alternatif olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Gavahian vd., 2013). Antioksidan aktivite ile toplam fenolik ve flavonoid içerikleri arasında bir ilişki olduğu da bildirilmiştir (Kwon vd., 2015). Gungor ve Torun (2022), kabak kabuğu β -karoten ekstraktı içeren ayçiçek yağı kullanarak ürettikleri mayonezlerin; El-Deab ve Ghamry (2017) ise rosella tohum yağı içeren mayonezlerin oksidasyona karşı daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Susam filizi tozunun (Shabbir vd., 2015) ve elma kabuğu özütünün (Khalid vd., 2021) mayonezdeki oksidasyonu kontrol etmede etkili olduğu ancak duyuşal açıdan beğenilmediği tespit edilmiştir. Mayonez formülasyonuna mikrodalgada pişirilmiş pancarın eklenmesinin de mayonezin oksidatif stabilitesini artırdığı ve tüm tekstürel parametrelerini önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Raikos vd., 2016). Mayoneze çemen otu özütü ilavesinin, sentetik antioksidan eklenmiş mayonezden daha iyi mikrobiyal kalite, oksidatif

stabilite ve duyuşal özellikler gösterdiği de başka bir çalışma ile tespit edilmiştir (Turker vd., 2024).

Mayonez  retiminde doğal stabilizatörlerin kullanımına yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin, stabilizatör olarak; karpuz kabuğu unu (Evanuarini vd., 2020), muz kabuğu unu (Evanuarini ve Susilo, 2020), bezelye kabuğu tozu (Rudra vd., 2020) veya buğday kepeği ve portakaldan elde edilen liflerin (Erinç, 2011) katılmasının emülsiyon stabilitesini arttırdığı ve duyuşal değerlendirmede olumsuz bir durum oluşturmadığı tespit edilmiştir. Ancak kırmızıbiber tohum unu ve proteininin mayonezde kullanımının daha düşük emülsiyon stabilitesine neden olduğu belirtilmiştir (Fıratlıgil-Durmuş, 2008). Yağı azaltılmış mayoneze %6'ya kadar kabak unu ilavesiyle mayonezin fizikokimyasal kalitesinin arttırılabileceği tespit edilmiştir (Nidhal vd., 2022).

Modifiye buğday kepeği ilave edilen düşük yağlı mayonezin stabil emülsiyonlar oluşturduğu ve reolojik özelliklerinin kontrole yakın etki gösterdiği belirtilmiştir (Aslanzadeh vd., 2012). Meyve unu (elma, nektarin, armut ve şeftali unu) ile üretilen mayonezlerin, standart mayonez (meyve unu içermeyen mayonez) ile karşılaştırıldığında, viskozite ve tekstür açısından daha iyi parametrelere sahip olduğu (Vieira vd., 2023), yeşil muz posasının mayonezin akma gerilimi ve görünür viskozite artışı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu (Izidoro vd., 2008) yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Yağı azaltılmış mayonezlere yağ ikame maddesi ve besin takviyesi olarak patates püresi ve selüloz nanolif süspansiyonu karışımının eklenmesinin mayonezlerin reolojik ve tekstürel özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Liu vd., 2024). Mistrianu vd. (2022) pancar kabuğu tozu ilavesinin mayonezin viskozitesini önemli ölçüde arttırdığını ve kıvamın gelişmesine katkı sağladığını belirtmiştir. Bunların aksine, susam yağı miktarının arttırılmasının mayonezin görünür viskozitesini azalttığı daha düşük kıvam değerlerinin elde edilmesine neden olduğu bildirilmiştir (Chetana vd., 2019). Ayrıca mayoneze polifenol bakımından zengin zeytinyağının katılması, yapısal ve fiziksel özelliklerinde değişikliğe neden olmuştur (Mattia vd., 2015).

Mayonez formülasyonuna katılan diğer bileşenlerin de emülsiyonun stabilitesini etkilediği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Em lsifikasyondan önce eklenen sirke miktarının arttırılması, yumurta sarısı granüllerinin yapısını etkileyerek mayonezin stabilitesini azaltmaktadır. Em lsifikasyondan sonra sirke

eklenmesi daha kararlı mayonezlerin üretimini sağlamaktadır (Li vd., 2023). Karıştırma hızı, yumurta içeriği, yumurta türü ve yağ içeriği mayonezin kalitesini etkilemektedir (Anamaria, 2019). Yumurta sarısı ile stabilize edilmiş O/W emülsiyonlarının viskoelastisitesi sıcaklık, pH ve tuzdan etkilenmektedir (Rahmani Manglano vd., 2020). Homojenizasyon süresi ve homojenizatörün rotor hızı da mayonezin kıvamını ve reolojik özelliklerini etkilemektedir. Homojenizasyon süresinin 1-3 dakika arasında artmasıyla, mayonezin reolojik parametrelerinde bir artış ve akış hızında bir azalma gözlenmiş, süre 5 dakikaya çıktığında mayonezin yapısı bozulmuştur. Dakikada 10.000 devirlik bir rotor hızında yapılan mayonez, kabul edilebilir reolojik özelliklere ve kararlılığa sahipken homojenizatörün rotor hızı 12.000 devir/dakikaya çıkarıldığında kararlı yapının bozulduğu görülmüştür (Bredikhin vd., 2022).

Mayonez oksidatif bozulmalar dışında mikrobiyolojik açıdan da risk oluşturan bir üründür. Than ve Win (2020), %25 (w/w) yumurta sarısı ve %45 (w/w) yağ kullanılarak elde edilen mayonezin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine stabilizatörlerin (sodyum karboksimetil selüloz ve ksantan gam) etkisini araştırmışlar ve en iyi sonuç ksantan gam içeren mayonezde elde edilmiştir. Tavakoli vd. (2021b) ise termal olmayan ultrasonikasyon yöntemi kullanıldığında, antimikrobiyal özellikteki sodyum benzoat ve potasyum sorbat içermeyen mayonez üretmenin mümkün olduğu bildirilmiştir. Hassanzadeh vd. (2023) sarımsak ekstraktı içeren nanoemülsiyon eklemenin mayonezin toplam bakteri sayısını azalttığını, saf sarımsak özü içeren mayonezden daha iyi sonuçlar elde edildiğini belirtmiştir. Mansouri vd. (2021), mayonezde *T. daenensis* uçucu yağı içeren nanoemülsiyonun sodyum benzoat içerenlerle benzer antibakteriyel aktivite gösterdiğini; Khankeshizadeh vd. (2024) ise *Z. tenuior* uçucu yağının, mantar ve bakteri suşlarına karşı antimikrobiyal aktivite sergilediğini tespit etmişlerdir. Çinko oksit nanopartiküllerinin düşük yağlı mayonez örneklerine eklenmesi, soğukta depolama sırasında mikrobiyal popülasyonlarında önemli bir azalmaya yol açmıştır (Hakimian vd., 2022).

Düşük yağlı mayonez üretimi normalde zayıf doku, lezzet, görünüm, stabilite ve ağız hissi gibi bazı sorunlar oluşturur. Orijinal tam yağlı ürünle aynı kalite özelliklerine sahip bir ürün elde etmek amacıyla, temel formüldeki yağın, farklı işlevlere sahip yağ ikameleri ile değiştirilmesi gerekir (Amin vd., 2014). Düşük yağlı mayonezlerin üretiminde yapay emülgatör, yağ ikame maddesi veya

koyulaştırıcı kullanmadan veya miktarı azaltarak emülsiyon stabilitesini sağlamak için yeni yöntemler de denenmektedir. Alvarez-Sabatela vd. (2018) tarafından değişik oranlarda ayçiçek yağı (ağırlıkça %1.5, 20 ve 52) ve inülin (ağırlıkça %0, 6 ve 12) içerikli düşük yağlı mayonez benzeri emülsiyonlar, rotor stator (RS) homojenizasyonu veya 103 MPa’da yüksek basınç homojenizasyonu (HPH) ile üretilmiş ve 180 gün depolamanın sonunda inülin ilavesiyle uzun süre stabil kalabilen düşük yağlı emülsiyonların elde edilebileceği, HPH’nin, RS ile karşılaştırıldığında daha iyi reolojik özelliklere (viskozite ve viskoelastisite) sahip emülsiyonlar ürettiği belirlenmiştir. Ayrıca HPH uygulamasının, inülin miktarını düşürdüğü ve bu şekilde üretim maliyetlerini düşürebileceği bildirilmiştir. Aganovic vd. (2018) ise; düşük yağlı, ilave koyulaştırıcı ve yapay emülgatör içermeyen mayonez üretimi için ultra yüksek basınçlı homojenizasyon (UHPH) uygulamasının önemli bir potansiyel olduğunu belirtmişlerdir. Sethi vd. (2017) yüksek basınç uygulanan mayonezlerin serbest yağ asitleri, peroksit değeri ve *p*-anisidin değerlerindeki değişimin basınç ve bekletme süresiyle doğrudan ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Yeni tekniklerden biri de ultrasonikasyon (US) uygulamasıdır. Bu uygulama, gıdanın besin değerini ve organoleptik özelliklerini korurken mikrobiyal aktiviteyi azaltabilir, hücreleri parçalayabilir ve enzimleri denatüre edebilir. Gıda sterilizasyon oranını hızlandırma, önemli enerji tasarrufu, rekabetçi maliyet, çevre dostu olma, yüksek derecede güvenlik ve daha fazla homojenlik gibi bazı faydaları vardır (Tavakoli vd., 2021b). Yapılan bir çalışmada, farklı stabilizatörler ile hazırlanan mayonezlere farklı genliklerde US uygulanmış ve sonuçta tüm mayonezlerin kontrole göre daha yüksek emülsiyon depolama stabilitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (Kumar vd., 2021). Başka bir çalışmada ise US işleminin (20 kHz, 750 W, 20 °C, 5 dk) depolama süresince düşük yağlı mayonezin oksidasyon oranını düşürdüğü ve yağ asidi profilini standart aralıkta tuttuğu belirtilmiştir (Tavakoli vd., 2021a).

Yapılan çalışmalardan da görüldüğü üzere, literatürde mayonezle ilgili birçok farklı çalışma bulunmaktadır. Ancak mayoneze soğuk pres yağları ilavesi veya US uygulanması ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Meyve ve sebze yan ürünlerinin gıda formülasyonlarında kullanımı da çeşitlilik göstermekte olup, mayonezde havuç/bal kabağı unu kullanımı da sınırlı sayıdadır. Ayrıca havuç/bal kabağı unları ile soğuk pres yağları kombinasyonunun mayonezde kullanımı farklı bir çalışmaya örnek olmuştur.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Materyal

Ayçiçeği yağı, soğuk pres aspir yağı, soğuk pres çörek otu yağı, yumurta sarısı tozu, elma sirkesi, şeker, tuz, havuç unu, bal kabağı unu ve ksantan gam yerel bir marketten satın alınmıştır. Susam tohumları Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi laboratuvarında vidalı preste (Koçmaksan, İzmir, Türkiye) ezilmiş, soğuk pres susam yağı süzölmüş ve koyu kahverengi şişelerde -18 °C'de saklanmıştır.

DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil) (D9132) ve gallik asit monohidrat (398.225, %98) Sigma-Aldrich (Steinheim, Almanya) firmasından satın alınmıştır. DL- α - tokoferol (47.783), rac- β - tokoferol (50 mg/mL, hekzan içinde, >%90, 46.401-U), γ - tokoferol (47.785) ve δ - tokoferol (47.784) Supelco (Bellefonte, PA, ABD) firmasından temin edilmiştir. Plate Count Agar (PCA, 105463), Yeast Extract Glucose Chloramphenical Agar (YGC, 116000) ve diğör tüm reaktifler ile çözücüler Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından satın alınmıştır. Tüm reaktifler ve çözücüler analitik saflıkta olup, tüm analizlerde saf su kullanılmıştır.

2.2 Mayonez Örneklerinin Hazırlanması

2.2.1 Tam Yağlı Mayonez Üretimi

Tam yağlı mayonez örnekleri 150 g olacak şekilde hazırlanmıştır. Mayonez örnekleri hazırlanırken ağırlıkça %75 yağ, %4.5 yumurta sarısı tozu, %11.5 su, %6 elma sirkesi, %2 şeker ve %1 tuz kullanılmıştır. Kullanılan yağın %0, %5, %10, %15 ve %20'si soğuk pres susam (SSY), aspir (SAY) ve çörek otu yağı (SÇY) ve geri kalan ise ayçiçeği yağı (AY) olacak şekilde, 5'er farklı mayonez örneği standart el mikseri kullanılarak iki aşamada hazırlanmıştır. İlk aşamada yumurta sarısı tozu, su ve sirke yaklaşık 1 dakika karıştırılmış ardından şeker ve tuz ilave edilerek karışım toplamda 2 dakika olacak şekilde homojenize edilmiştir. İkinci aşamada ise yağlar karışıma yavaş yavaş ilave edilerek 15 dakika karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi birinci hız kademesinde yapılmıştır (Ozdemir vd., 2018). Mayonezler iki tekrarlı hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler analiz edilene kadar +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.2.2 Düşük Yağlı Mayonez Üretimi

Düşük yağlı mayonez örnekleri 200 g olacak şekilde hazırlanmıştır. Mayonez örnekleri hazırlanırken ağırlıkça %50 yağ, %4 yumurta sarısı tozu, %36.5 su, %6 elma sirkesi, %2 şeker, %1 tuz ve %0.5 ksantan gam kullanılmıştır (Amin vd., 2014). Kullanılan yağın %0, %10, ve %20'si soğuk pres susam yağı (SSY) geri kalanı ise ayçiçeği yağı (AY) olacak şekilde, 3'er farklı mayonez örneği hazırlanmıştır ve hazırlanan mayonezlerin yarısına 100W, 3 dakika ultrasonikasyon (Bandelin, Almanya) uygulanarak 6 farklı mayonez örneği elde edilmiştir. Mayonezler tam yağlı mayonezlerle aynı şekilde hazırlanmış olup, iki paralel ile çalışılmıştır.

Mayonezlere uygulanan US koşulları belirlenirken farklı güç, genlik ve süre denemeleri yapılmış, uygulanan koşullarda mayonezlerin sıcaklık artışları kontrol edilmiştir. Sıcaklık artışının düşük olduğu örnekler oda sıcaklığında 4 hafta depolamaya bırakılmış ve oksidasyon parametreleri incelenmiştir. Tüm koşullar göz önünde bulundurularak 100W, 3 dk US uygulanmasına karar verilmiştir.

2.2.3 Meyve/Sebze Unlu Mayonez Üretimi

Meyve/sebze unlu mayonez üretimi için elma, havuç, bal kabağı çekirdeği ve bal kabağı unları ile denemeler yapılarak duyuşal değerdendirmede en çok beğenilen 2 un tercih edilmiştir. Mayonez örnekleri 200 g olacak şekilde hazırlanmıştır. Mayonezler düşük yağlı mayonez formülasyonunda belirtilen yağ, yumurta sarısı tozu, elma sirkesi, şeker ve tuz içeriğine sahip olup, ksantan gam yerine farklı oranlarda havuç/bal kabağı unu ilave edilerek su oranı ayarlanmıştır. Farklı oranlarda un kullanılarak yapılan denemeler, kıvam açısından değerdendirilerek %6 ve %8 havuç unu (HU) ile %8 ve %10 bal kabağı unu (BKU) içeren mayonezlerin üretimine karar verilmiştir. Ayrıca HU içeren mayonezlere yağ içeriğinin %10'u SSY, BKU içeren mayonezlere yağ içeriğinin %10'u SÇY ilave edilmiştir. Meyve/sebze unu içermeyen kontrol örnekleri ksantan gam içeren (HM0, KM0) ve içermeyen (HS0, KÇ0) olmak üzere 2'şer adet üretilmiştir.

2.3 Renk Tayini

Mayonez örneklerinin ve mayonez yapımında kullanılan ayçiçeği yağı ve soğuk pres yağlarının renk analizi Minolta CR-400 (Osaka, Japonya) renk tayin cihazı ile yapılmıştır. Cihazın kalibrasyonu yapıldıktan sonra mayonez

örneklerinin rengi L^* , a^* , b^* renk skalasına göre belirlenmiştir. Her bir ölçüm üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Örneklerin renk değişimleri (2.1) eşitlikte belirtildiği şekilde hesaplanmıştır. Eşitlikte; L_1 , a_1 , b_1 kontrol örneğinin renk değerlerini gösterirken, L_2 , a_2 ve b_2 mayonez örneğinin renk değerlerini göstermektedir.

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2} \quad (2.1)$$

2.4 Duyusal Analiz

Mayonez örneklerinin duyusal analizinde 20 adet panelist yer almıştır. Panelistler örnekleri görünüş, renk, koku, tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirmiş olup, değerlendirmede 9 puanlı hedonik skala kullanılmıştır (1=çok kötü, 9=çok iyi). Bütün örnekler iki tekrarlı olarak test edilmiştir. Örnekler plastik kaplara yaklaşık 5 g olacak şekilde tartılmış ve 3 haneli rakamlar ile rastgele numaralandırılmıştır. Örneklerin servis edilmesinde de rastgele dizilim sağlanmıştır. Panelistlerin örnekleri tattıktan sonra tat algısını yenilemeleri ve ağızlarını çalkalamaları için ekmek ve su servis edilmiştir.

2.5 Toplam Fenolik Madde Tayini

Mayonez örneklerinden fenolik maddelerin ekstraksiyonu için 2.5 g mayonez örneği 5 mL hekzanda çözülmüştür. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu 5 mL metanol/su (60:40-v/v) ilavesi ile 2 dakika ağzı kapalı olarak çalkalanarak yapılmıştır. Hekzan ve metanol/su fazlarını birbirlerinden ayırmak için 3500 rpm'de 10 dakikada santrifüj yapılmıştır (Gutfinger, 1981; Türkavcı, 2021). Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Analiz için öncelikle metanolik fazdan 0.5 mL alınıp üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu (%10) ayırıcından eklenmiştir. Sonra 5 dk karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda balon jojeye 1 mL sodyum karbonat (%7.5'lik) ilave edilip 50 dk sonra 765 nm'de absorbansları kör çözeltiye karşı ölçülmüştür. Toplam fenolik madde analizinde, kalibrasyon grafiğinin hazırlanmasında gallik asit standart çözeltisi kullanılmıştır (Özdemir, 2019).

Havuç ve bal kabağı unlarından fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için 0.2 g un tartılmış 3 mL %75'lik metanol eklenmiş ve 15 dakika sonikasyon uygulanmıştır. Daha sonra 2500 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve üst faz ayrılmıştır. Kalan kısma 2 mL %75'lik metanol ilave edilerek işlem tekrarlanmış ve ekstraktlar birleştirilmiştir (Capanoglu vd., 2008). Toplam fenolik madde

içeriği mayonez örneklerinde olduğu gibi Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Sonuçlar gallik asit cinsinden verilmiştir.

2.6 Antioksidan Aktivite Tayini

Mayonez üretiminde kullanılan yağlar ve unlar ile mayonezlerden ekstrakte edilen yağların antioksidan aktivite tayini için 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radikal yakalama kapasitesi yöntemi uygulanmıştır (Kumaran ve Karunakaran, 2006). Analizde toplam fenolik madde tayini için elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır. Her bir örnek hacmine karşılık gelecek %DPPH inhibisyon değeri (2.2) eşitlikte belirtilen şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{DPPH (\%)} = [(A_{\text{Kontrol}} - A_{\text{Örnek}}) / A_{\text{Kontrol}}] \times 100 \quad (2.2)$$

A_{Kontrol} : Örnek içermeyen çözeltinin absorbans değeri

$A_{\text{Örnek}}$: Örnek içeren çözeltinin absorbans değeri

2.7 Dinamik Reolojik Testler

Örneklerin reolojik özellikleri Kinexus Pro+ model reometre (Malvern, Worcestershire, UK) ile belirlenmiştir. Mayonez örneklerinin ve yağların reolojik ölçümleri 25 °C sıcaklıkta ve 0.1-100 s⁻¹ kayma hızı aralığında; 1 mm boşlukta, 2° açılı konik prob ile gerçekleştirilmiştir. Değişen kayma hızlarında kayma gerilimi değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler uygun model ile yorumlanmıştır (Yildirim vd., 2016).

2.8 Tekstür Analizi

Mayonez örneklerinin sertlik, kıvam ve kohesiflik özellikleri “back extrusion” metodu ile 5 kg'lık yük hücreli TA.XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd, Surrey, UK) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. 45 mm çapına sahip prob kullanılarak test hızı 1 mm/saniye olarak belirlenmiş ve 30 mm derinliğe kadar ölçüm yapılmıştır. Mayonez örnekleri oda sıcaklığında ölçülmüş ve her bir ölçüm iki tekrarlı olarak yapılmıştır (Liu vd., 2007).

2.9 Yağ Asidi Bileşimi Tayini

Mayonez yapımında kullanılan ayçiçek yağının ve soğuk pres yağların yağ asidi bileşimi Albakry vd. (2022)'de belirtilen yöntemle göre gaz kromatografisi cihazında (Shimadzu QP2010 Ultra GC-MS) belirlenmiştir. Yaklaşık 0.1 g yağ, 2 mL hekzan ile çözünmüştür. Daha sonra, 0.2 mL 2 N metanollü KOH çözeltisi eklenmiş ve 30 sn boyunca tüp karıştırıcı ile karıştırılmıştır. 5 dk 5000 rpm'de santrifüjlendikten sonra üst faz analiz için ayrılmıştır. Yağ asidi bileşiminin belirlenmesinde Restek Rxi-5MS kolon (30 m x 0.25 mm iç çapı, 0.25 µm film

kalınlığı) kullanılmıştır. Fırın programı 1 dakika boyunca 40 °C'ye ayarlanmış sonra 160 °C'ye çıkarılmış ve 5 °C/dk arttırılarak 250 °C'ye getirilip 11 dk bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmış ve akış hızı 1.78 mL/dk, elektron darbe modu ve kütle aralığı 40-650 amu olarak ayarlanmıştır. Split oranı 1/40, arayüz sıcaklığı 270 °C, enjeksiyon bloğu 240 °C ve enjeksiyon hacmi 1 µl olarak ayarlanmıştır. Örneklerin yağ asidi metil esterleri (FAME), alıkonma süreleri ve MS spektrumları standartlarla karşılaştırılarak ve Wiley (W9N11) ve FFNSC (Flavour and Fragrance Natural and Synthetic Compounds Library) kullanılarak tanımlanmıştır.

2.10 Tokoferol Tayini

Toplam tokoferol içeriği, Wong vd. (1988) tarafından uygulanan spektrofotometrik yöntemle göre belirlenmiştir. Tokoferol içeriğini mg/kg cinsinden hesaplamak için değişen konsantrasyonlarda (25-200 µg/5 mL) α -tokoferol içeren çözeltiler ile kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır.

Tokoferol izomer analizleri, bir silika kolon (Intersil SIL 100 A, with 5-µm çap, 4.6×250 mm; Tokyo, Japan) ile donatılmış normal fazlı bir HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi, Flexar, Perkin Elmer, ABD)-fotodiyot dizisi (PDA) dedektör sistemi kullanılarak AOCS Official Method Ce 8-89'a (AOAC, 2005) göre gerçekleştirilmiştir. Her numuneden yaklaşık 0.2 g alınıp 2 mL hekzan ile çözülmüş ve 0.45 µm membran filtreden geçirilmiştir. Filtrat (20 µL), 1 mL/dakika akış hızı ile HPLC kolonuna enjekte edilmiştir. Hekzan/izopropil alkol (99.5/0.5; v/v) karışımı mobil faz olarak kullanılmış ve izokratik elüsyon yapılmıştır. Alıkonma süreleri ve kalibrasyon eğrileri tokoferol standartlarıyla (α -, β -, γ - ve δ -tokoferoller, Supelco, Bellefonte, ABD) karşılaştırılarak 292 nm'de tanımlanmış ve miktarları kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca β -karoten miktarları kalibrasyon eğrisi kullanılarak 455 nm'de mg/kg olarak belirlenmiştir.

2.11 Sterol Kompozisyonu

Mayonez yapımında kullanılan yağların sterol kompozisyonu Uluslararası Zeytin Konseyi COI/T.20/Doc. No. 26 (2020) metoduna göre belirlenmiştir. Örneklerin hazırlık aşaması; yağ örneğinin sabunlaştırılması, sabunlaşmayan maddelerin çıkarılması, sabunlaşmayan maddelerdeki sterollerin ince tabaka kromatografisi ile ayrılması ve GC-FID analizinden önce silillerin oluşturulması ile tamamlanmıştır. Analizde bir Agilent 7890 A GC-FID ve H-P-5 kapiler kolon

(30 m×0.32 mm×0.25 µm) kullanılmıştır. Split oranı (5/1) ayarlanmış ve taşıyıcı gaz olarak azot gazı (1 mL/dk) kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı 235 °C, enjektör ve dedektör sıcaklıkları 300 °C'ye ayarlanmıştır. Steroller, alıkonma süreleri dış standartlarla (brassikasterol, kampesterol, stigmasterol ve β-sitosterol) karşılaştırılarak tanımlanmış ve sonuçlar yüzde konsantrasyon olarak belirlenmiştir.

2.12 Serbest Yağ Asidi Miktarı

Mayonezde kullanılan yağların serbest yağ asidi miktarı titrimetrik yöntem olan AOCS (1998) Ca 5a-40 metodu modifiye edilerek belirlenmiştir. 0.5 g yağ bir erlene tartılmış ve 10 mL sıcak etil alkol ile çözündürülmüştür. Birkaç damla %1'lik fenolftalein eklenerek çalkaladıktan sonra 0.01 N sodyum hidroksit ile titre edilmiştir. Harcanan 0.01 N NaOH miktarına göre serbest yağ asitleri miktarı %oleik asit cinsinden (2.3) eşitlikte belirtilen şekilde hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Oleik asit} = (a \times 0.282 \times N \times 100) / w \quad (2.3)$$

N: Kullanılan NaOH'ın normalitesi, N

a: Titrasyonda harcanan NaOH miktarı, mL

w : Örnek miktarı, g

2.13 Meyve/Sebze Unlarında Yapılan Analizler

2.13.1 Kül Tayini

Sabit tartıma getirilmiş krozelere 1 g numune tartılmış ve 550 °C'de kül fırınında beyaz renge gelinceye kadar yakılmıştır. Desikatörde soğutularak tartımları yapılan örneklerin % kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

2.13.2 Nem Tayini

Havuç ve bal kabağı unlarının nem içeriği AOAC (2002) 950.46 nolu metoda göre belirlenmiştir. Sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış kurutma kaplarına 5 g örnek tartılmıştır. Daha sonra etüvde 102±2 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Yapılan son tartım ile yüzde nem miktarı hesaplanmıştır. Her bir örnek için üç tekrarlı çalışılmıştır.

2.13.3 Yağ Tayini

Un örneklerinin yağ miktarı Sokslet ekstraksiyon metodu ile belirlenmiştir. Bu metoda göre; kaba filtre kağıdına sarılan 8 g örnek kartuşa konarak ekstraktöre yerleştirilmiştir. Ekstraktörün alt ucuna sabit tartıma getirilmiş 250 mL'lik rodajlı balon bağlanmış ve 220 mL hekzan aktarılmıştır. Üst ucuna geri soğutucu bağlanmış ve düzenek ısıtıcıya yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi 6 saatte

tamamlanmış ve sonrasında hekzan döner buharlaştırıcı ile geri kazanılmıştır. Kalan çözücüyü uzaklaştırmak için balonlar etüve konulmuş ve sabit tartıma ulaşınca kadar bekletilmiştir. Desikatörde soğutulduktan sonra tartım yapılmış ve yağ oranı % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2002). Analizler iki tekrarlı yapılmıştır.

2.13.4 Toplam Besinsel Lif Miktarı Tayini

Havuç/Bal kabağı unlarının toplam besinsel lif miktarı Megazyme Total Dietary Fiber Assay Kit (Megazyme International Ireland Limited, İrlanda) enzimatik analiz kiti kullanılarak AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 32-05.01 ve Metot No. 32-21.01 yöntemlerine göre belirlenmiştir (AACC, 2010). Buna göre havuç ve bal kabağı unlarından 0.25'er g tartılmış ve örnekler enzimler ile hidrolize edilmiştir. Sonrasında besinsel lifler %95'lik etil alkol ile çöktürülmüş ve karışım önceden darası alınmış gooch krozelerden geçirilerek süzölmüştür. Kalıntı sırasıyla %95'lik etil alkol, %78'lik etil alkol ve aseton ile yıkanarak 103 °C etüvde bir gece kurumaya bırakılmıştır. Desikatörde oda sıcaklığına getirilen krozeler tartılmış ve ham besinsel lif miktarı belirlenmiştir. Daha sonra kül fırınında 525 °C'de 3 saat yakma işlemi gerçekleştirilmiş ve ham lif miktarından kül miktarı çıkarılarak kuru madde cinsinden % toplam besinsel lif miktarı hesaplanmıştır.

2.13.5 Toplam Karotenoit Miktarı Tayini

Havuç ve bal kabağı unlarının toplam karotenoit içeriği (β -karoten cinsinden) Prakash vd. (2004)'nin belirttiği metoda göre belirlenmiştir. Un örneklerinden 0.1 gram tartılmış, 20 mL aseton:petrol eteri (3:7; v/v) karışımı ile karıştırılmıştır. Filtre edilerek kalıntılar ayrılmış ve kalıntılar renksiz hale gelinceye kadar aseton:petrol eteri (3:7) karışımı ile ekstrakte edilmiştir. Filtratlar ayırma hunisinde birleştirilerek üzerine 50 mL saf su eklenmiş ve 1 dakika karıştırıldıktan sonra su fazı atılmıştır. Sudan tamamen ayrılan petrol eteri fazı balon jojeye alınıp hacmi 30 mL'ye tamamlanmış ve küvete 2 mL konularak spektrofotometre ile 452 nm'de petrol eterine karşı absorpsanları okunmuştur. Farklı konsantrasyonlardaki β -karoten standart çözeltileri (1-6 μ g/mL) ile kalibrasyon eğrisi çizilerek hesaplama yapılmıştır. Sonuçlar mg β -karoten/100g olarak verilmiştir.

2.13.6 Protein Tayini

Meyve unlu mayonez üretiminde kullanılan havuç ve bal kabağı unlarının protein miktarları AOAC 979.09 (2002) referans kodunda belirtilen Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

2.13.7 Su ve Yağ Tutma Kapasitesi

Su tutma ve yağ tutma kapasitesini belirlemek amacı ile 1 g havuç/bal kabağı unu 50 mL'lik tüplere tartılmış ve üzerine 10 mL saf su/yağ eklemiştir. Karışım oda sıcaklığında 5 saat bekletildikten sonra 2300 rpm'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Su tutma kapasitesi her gram örnek için gram tutulan su, yağ tutma kapasitesi ise her gram örnek için gram tutulan yağ olarak belirlenmiş olup üç paralel halinde çalışılmıştır (İlgöy-Gözükar, 2013).

2.13.8 Su Absorpsiyon Kapasitesi ve Suda Çözünürlük İndeksi

50 mL'lik santrifüj tüpüne 2.5 g havuç/bal kabağı unu ve 30 mL saf su aktarılıp 37 °C etüvde 30 dakika bekletildikten sonra 4000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant darası alınmış behere dikkatli bir şekilde aktarılmış ve kalan çökelek kısmı tartılmıştır. Süpernatant kısmı ise 100±2 °C etüvde kurutulmuştur. Kurutulmuş süpernatant miktarının numune miktarına oranı ile %Suda Çözünürlük İndeksi (%SCİ); çökelek kısmın numune miktarına oranı ile Su Absorpsiyon Kapasitesi hesaplanmıştır (İlgöy-Gözükar, 2013).

2.14 Mayonezlerin Depolanması

Mayonez örneklerinden 50'şer g alınarak şişelere aktarılmış ve oda sıcaklığında 28 gün süresince depolanmıştır. Depolama boyunca 7 günde bir tüm örneklerden 5 mL'lik eppendorfa 2'şer numune alınmış ve -18 °C'de analizler yapılmaya kadar bekletilmiştir. Ayrıca hazırlanan mayonez örneklerinden küçük ambalajlara 10'ar gram alınarak +4 °C'de 6 ay depolamaya bırakılmıştır. Bu örneklerden 2 ayda bir alınarak analizleri yapılmıştır. Her örnek analiz süresine kadar ambalajı hiç açılmadan bekletilmiştir.

2.14.1 Emülsiyon Stabilitesi

Örneklerin emülsiyon stabilitesi (ES) Kantekin-Erdoğan (2014)'e göre analiz edilmiştir. Bu amaçla santrifüj tüplerine 15 gram (F0) tartılan mayonezler 50 °C'de 48 saat bekletilmiş ve ardından örnekler 3000 rpm hızda 10 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Ayrılan yağ fazı uzaklaştırılıp kalan kısmın (F1) ağırlığı tartılmış ve stabilite % olarak (2.4) eşitlikte belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$\%ES = (F1/F2) \times 100 \quad (2.4)$$

2.14.2 Toplam Bakteri Sayımı

Mayonez örneklerinin toplam bakteri sayısı, PCA (Plate Count Agar-MERCK 1.05463.0500) besiyeri kullanılarak 28 °C’de 48 saat aerobik inkübasyon koşullarında gelişen kolonilerin sayılması suretiyle belirlenmiştir. 5 g örnek steril şartlarda tartılarak üzerine 45 mL sodyum klorit (%0.85) ilave edilmiştir. Uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve her dilüsyondan 0.1 mL PCA besiyerinin üzerine yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Sonuçlar “koloni oluşturan birim” (kob)/g olarak ifade edilmiştir (Koçak, 2006).

2.14.3 Maya ve Küf Sayımı

Mayonez örneklerinde maya ve küf sayımı, YGC (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol-MERCK 1.16000.0500) agar besiyerine yayma yöntemi ile ekim yapıp 25 °C’de 5 gün inkübasyon sonucunda oluşan koloniler sayılarak belirlenmiştir (Martillanes vd., 2020).

2.14.4 Mayonezlerden Yağ Ekstraksiyonu

Mayonezden yağın ekstrakte edilmesinde Ozdemir vd. (2018) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Derin dondurucuda (-18 °C) bekletilen mayonez örnekleri oda sıcaklığında çözününceye kadar bekletilmiş, ardından 9000 rpm’de 10 dk santrifüj edilmiştir. Ayrılan yağ fazı ayrı bir tüpe aktarılmış ve analiz edilinceye kadar -18 °C’de bekletilmiştir.

2.14.5 Peroksit Değeri Tayini

Peroksit değeri tayini, AOCS Cd 8b-90 nolu metodun modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir (AOCS, 1998). Örneklerin peroksit değeri tayini amacıyla 0.3 g yağ 50 mL’lik erlene tartılmış üzerine 3 mL asetik asit/kloroform (3:2 v/v) eklenerek mayonez yağı tamamen çözülünceye kadar karıştırılmıştır. 0.05 mL doymuş potasyum iyodür (KI) eklenerek 1 dk bekletilmiştir. Süre sonunda karışıma 3 mL damıtık su eklenerek, karışım sodyum tiyosülfat (0.01 N) ile 0.2 mL nişasta (%0.5) indikatörlüğünde titre edilmiştir. Her bir ölçüm iki tekrarlı olarak yapılmıştır. Peroksit değeri (PV) (2.5) eşitlikte belirtildiği şekilde meq O₂/kg yağ olarak hesaplanmıştır.

$$PV=(S-B) \times N \times F \times 1000 / (\text{Örnek miktarı}) \quad (2.5)$$

S: Örnek için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisi hacmi (mL)

B: Kör için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisi hacmi (mL)

N: Sodyum tiyosülfatın normalitesi

F: Sodyum tiyosülfatın faktörü

2.14.6 *p*-Anisidin Değeri Tayini

Oda sıcaklığında depolanan örneklerin depolamanın ilk ve son gününde AOCS Cd-18-90 yöntemine göre *p*-anisidin tayini yapılmıştır (AOCS, 1998). 0.2 g yağ örneği tartılmış ve 10 mL izooktan ile çözündürülmüştür. Bu çözeltinin absorbansı (A_b) spektrofotometrede izooktana karşı 350 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Daha sonra, bir deney tüpüne bu çözeltiden 5 mL alınmış ve üzerine 1 mL *p*-anisidin çözeltisi (glasiyal asetik asit içerisinde %0.25'lik; w/v) ilave edilmiştir. Kör çözelti için başka bir deney tüpüne 5 mL izooktan ve üzerine 1 mL *p*-anisidin çözeltisi ilave edilmiştir. Deney tüpleri kapakları kapatılarak karıştırılmış ve oda sıcaklığında karanlıkta 10 dk bekletilmiştir. Süre sonunda kör çözeltiye karşı spektrofotometrede 350 nm'de absorbansı (A_s) ölçülmüştür. *p*-anisidin değeri (2.6) eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

$$p\text{-anisidin değeri} = 10 \times [1.2 \times (A_s - A_b)] / \text{Örnek miktarı} \quad (2.6)$$

2.14.7 Konjuge Dien-Trien Tayini

Depolanan mayonez örnekleri ile mayonez üretiminde kullanılan yağların konjuge dien, trien miktarları, K_{232} , K_{270} değerleri belirlenmiştir. Konjuge dien miktarının belirlenmesi için, her bir örnekten 0.01 g tartılmış ve 10 mL hekzan eklenerek çözülmüştür. Spektrofotometrede 232 ve 270 nm dalga boyunda içinde sadece hekzan bulunan kuvarz küvete karşı okuma yapılmıştır (AOCS method Ti 1a-64, 1998).

$$\text{Konjuge dienoik asitlerin \% miktarı} = 0.84 \times [A / (b \times C) - K_o] \quad (2.7)$$

K_o : Asit veya ester gruplarının absortivitesi (esterler için 0.07, yağ asitleri için 0.03)

A: 232 nm'deki absorbans

b: Küvet kalınlığı, cm

C: Örnek konsantrasyonu, g/L

K_{232} ve K_{270} değerlerinin belirlenmesinde ise (2.8) eşitlik kullanılmıştır (AOCS Method Ch 5-91).

$$K^{ \%1} = A / (b \times C) \quad (2.8)$$

A: Absorbans, 232 nm ve 270 nm

b: Küvet kalınlığı, cm

C: Örnek konsantrasyonu, g/100 ml

2.15 İstatistiksel Değerlendirme

Analiz sonuçları ortalama±standart sapma şeklinde verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, SPSS 18.0 paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Varyans analizi tekniği ile (ANOVA) grup ortalamaları arasındaki fark belirlenmiştir ($p<0.05$). Farklı olan grupların tespitinde Duncan testi kullanılmıştır. Ayrıca sonuçların birbirleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon testi ile belirlenmiştir.



3. BULGULAR

3.1 Yağların Fizikokimyasal Özellikleri

Tam yağlı mayonez yapımında kullanılan yağların bazı özellikleri Tablo 3.1.'de verilmiştir. Tabloya göre, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri en yüksek olan SAY iken, FFA değeri en yüksek olan yağ SÇY olmuştur. L^* ve a^* değerleri en yüksek SÇY'de iken, b^* değeri en yüksek SAY'da belirlenmiştir.

SÇY, diğer yağlara kıyasla daha yüksek konjuge dien (CD) değerine ($\%0.34\pm0.02$), K_{232} değerine (4.76 ± 0.19) ve peroksit değerine (6.52 ± 0.01 meq O_2 /kg yağ) sahipken, SSY en düşük K_{232} değeri (3.55 ± 0.18) ve K_{270} değeri (1.01 ± 0.07) göstererek daha iyi oksidatif kararlılık göstermektedir. AY ve SSY'nin peroksit değerlerinin düşük olması (1.63 ± 0.00 meq O_2 /kg yağ) birincil oksidasyon ürünlerinin düşük olduğunu gösterir. SSY'nin *p*-anisidin değeri de diğer yağlara kıyasla belirgin şekilde düşük olup (0.15 ± 0.01), bu durum ikincil oksidasyon ürünlerinin de düşük olduğunu gösterir.

Yağların tokoferol miktarları spektrofotometrik ölçümde en yüksek AY ve SÇY'de görülürken, en yüksek α -tokoferol SAY, en yüksek β -karoten AY'de tespit edilmiştir. Yağlarda en fazla bulunan fitosterol β -sitosterol iken, brassikasterol SSY dışında ihmal edilir düzeyde bulunmuştur. Soğuk pres yağların kampesterol içeriğinin rafine edilmiş ayçiçek yağına göre daha yüksek olduğu, β -sitosterol ve stigmasterol içeriklerinin ise ayçiçek yağına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. α -tokoferol içermemesine rağmen, SSY yüksek düzeyde γ -tokoferol (158.33 ± 40.19 mg/kg) ve belli düzeyde β -karoten (70.92 ± 6.21 mg/kg) içermektedir.

3.2 Tam Yağlı Mayonez

Mayonez örneklerinin renk değerleri, toplam renk değişimi (ΔE), duyusal test, toplam fenolik madde (TPC) miktarı ve DPPH yöntemiyle belirlenen toplam antioksidan aktivitesi Tablo 3.2.'de gösterilmektedir. Tüm mayonez örneklerinin L^* , a^* , b^* değerleri arasındaki değişimler istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. SAM örneklerinin duyusal özelliklerindeki değişim önemsiz ($p>0.05$) iken, SÇM örneklerinin görünüm özelliği dışındaki değerleri önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. SSM örneklerinde ise sadece görünüm ve renk değerleri arasındaki değişimler önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Tablo 3.1. Mayonez yapımında kullanılan yağların bazı özellikleri

Analizler	AY	SAY	ŞÇY	SSY
Toplam Fenolik Madde (mg/100 g)	3.26±0.04	9.98±0.10	7.92±0.05	5.06±0.36
DPPH (%)	1.93±0.14	11.18±0.65	6.77±0.06	2.59±0.12
Sterol Kompozisyonu (%)				
β -Sitosterol	54.39±0.76	49.93±0.70	47.81±0.67	55.48±2.22
Brassikasterol	-	-	0.08±0.01	7.74±0.43
Stigmasterol	8.28±0.13	6.63±0.11	6.69±0.11	5.33±0.6
Kampesterol	8.39±0.76	11.07±1.00	11.33±1.02	16.59±1.06
Δ -7-Stigmastenol	15.14±0.8	17.78±0.94	18.79±1.00	1.29±0.04
Δ -5-Avenasterol	4.42±0.36	2.30±0.19	2.69±0.22	12.26±0.69
Δ -7-Avenasterol	6.51±0.49	4.40±0.33	4.71±0.36	1.31±0.06
Toplam Tokoferol Miktarı (mg/kg mayonez)	474.26±13.32	433.28±4.14	474.18±10.32	461.12±7.51
Tokoferol İzomerleri (mg/kg mayonez)				
α -tokoferol	565.38±64.02	601.64±20.01	225.48±60.30	--
γ -tokoferol	--	--	--	158.33±40.19
β -karoten	85.23±0.17	81.79±0.94	76.15±1.87	70.92±6.21
FFA (oleik asit, %)	0.25±0.04	0.59±0.04	6.98±0.15	2.22±0.04
Yağ Asidi Kompozisyonu (%)				
Miristik asit (C14:0)	0.33±0.01	0.39±0.01	0.33±0.00	0.04±0.00
Palmitik asit (C16:0)	15.44±0.20	15.60±0.02	14.93±0.04	17.42±0.23
Palmitoleik asit (C16:1)	0.51±0.06	0.46±0.10	0.50±0.02	0.54±0.00
Stearik asit (C18:0)	9.33±0.06	8.10±0.00	7.79±0.09	10.79±0.09
Oleik asit (C18:1 n9c)	26.93±0.50	22.52±2.63	27.79±3.19	35.61±1.04
Linoleik asit (C18:2)	41.09±0.19	46.99±2.49	42.98±3.35	31.95±1.13
9,11,13 Oktadekatrienoik asit (C18:3)	0.03±0.04	--	--	--
3-Oksiran oktanoik asit (C19:1)	--	1.00±0.05	--	--
Aykosanoik asit (C20:0)	1.02±0.00	1.78±0.00	1.46±0.00	2.01±0.01
cis-13-Aykosenoik asit (C20:1)	0.61±0.10	0.71±0.03	0.84±0.00	0.78±0.03
cis-11,14-Aykosadienoik asit (C20:2)	--	--	0.47±0.02	--
Dokosanoik asit (C22:0)	2.80±0.10	1.17±0.00	1.76±0.00	0.48±0.00
Trikosanoik asit (C23:0)	0.78±0.94	--	--	0.07±0.00
Tetrakosanoik asit (C24:0)	1.14±0.04	0.59±0.01	0.76±0.00	0.30±0.00
cis-15-Tetrakosenoik asit (C24:1)	--	0.70±0.01	0.40±0.00	--
Konjuge dien (%)	0.22±0.01	0.26±0.00	0.34±0.02	0.24±0.01
K₂₃₂	3.36±0.09	3.83±0.02	4.76±0.19	3.55±0.18
K₂₇₀	2.51±0.07	0.59±0.02	0.95±0.13	1.01±0.07
Peroksit Değeri (meq O₂/kg yağ)	1.63±0.00	6.51±0.01	6.52±0.01	1.63±0.00
p-anisidin Değeri	4.68±0.02	1.13±0.08	2.19±0.07	0.15±0.01
L*	29.24±0.86	34.86±0.59	39.38±0.15	29.70±0.18
a*	-0.37±0.07	-1.17±0.10	0.71±0.05	-1.23±0.04
b*	1.65±0.27	7.69±0.39	3.58±0.06	5.14±0.05

Tablo 3.2. Tam yağlı mayonez örneklerinin başlangıç analiz sonuçları

Mayonezler	Görünüm	Renk	Koku	Tat	Tekstür (Kıvam)	Genel kabul edilebilirlik	TPC (mg GAE/100g mayonez)	DPPH	L*	a*	b*	ΔE
SAM-0	7.3±0.3 ^a	7.5±0.6 ^a	7.3±0.6 ^a	6.3±0.1 ^a	6.8±0.1 ^a	6.4±0.1 ^a	12.17±0.37 ^b	0.68±0.08 ^d	69.85±0.71 ^{ab}	-1.12±0.22 ^a	14.54±0.99 ^c	
SAM-5	7.5±0.2 ^a	7.3±0.6 ^a	7.1±0.1 ^a	7.3±1.0 ^a	7.5±0.4 ^a	7.3±0.8 ^a	12.33±0.42 ^b	1.33±0.17 ^c	69.69±0.71 ^{ab}	-1.27±0.32 ^a	15.77±1.22 ^{bc}	1.31
SAM-10	7.1±0.0 ^a	7.3±0.2 ^a	7.2±0.1 ^a	6.6±0.1 ^a	7.1±0.1 ^a	6.7±0.1 ^a	12.62±0.17 ^{ab}	2.73±0.19 ^b	69.34±0.47 ^b	-1.12±0.53 ^a	16.17±1.63 ^{bc}	1.63
SAM-15	7.6±0.2 ^a	7.4±0.1 ^a	7.2±0.1 ^a	7.0±0.3 ^a	7.3±0.0 ^a	7.4±0.6 ^a	12.85±0.32 ^a	2.69±0.13 ^b	70.16±0.59 ^a	-1.50±0.43 ^{ab}	16.87±1.88 ^b	2.53
SAM-20	7.3±0.1 ^a	7.4±0.3 ^a	6.8±0.1 ^a	6.4±0.0 ^a	7.1±0.4 ^a	6.6±0.1 ^a	13.09±0.15 ^a	4.08±0.16 ^a	68.51±0.34 ^c	-1.89±0.06 ^b	19.29±0.16 ^a	4.86
SÇM-0	7.6±0.2 ^a	7.6±0.1 ^a	7.4±0.2 ^a	6.9±0.0 ^a	7.6±0.3 ^a	7.2±0.3 ^a	12.07±0.19 ^b	0.56±0.04 ^d	69.62±0.89 ^a	-1.26±0.11 ^b	14.44±0.41 ^b	
SÇM-5	7.7±0.3 ^a	7.5±0.2 ^{ab}	7.0±0.1 ^{ab}	6.3±0.1 ^b	7.3±0.4 ^a	6.6±0.4 ^{abc}	12.30±0.29 ^b	1.48±0.15 ^c	68.71±0.66 ^b	-1.25±0.14 ^b	15.42±0.90 ^a	1.33
SÇM-10	7.6±0.1 ^a	7.4±0.1 ^{ab}	7.4±0.3 ^a	6.7±0.1 ^a	7.1±0.1 ^{ab}	6.9±0.1 ^{ab}	12.32±0.22 ^b	1.75±0.12 ^b	68.69±0.41 ^b	-1.02±0.21 ^a	15.94±1.23 ^a	1.78
SÇM-15	7.3±0.1 ^a	6.9±0.1 ^c	6.6±0.1 ^b	5.3±0.1 ^c	6.3±0.1 ^c	6.0±0.1 ^c	12.84±0.23 ^a	1.82±0.16 ^b	68.15±0.45 ^b	-1.08±0.10 ^a	15.03±0.45 ^{ab}	1.59
SÇM-20	7.5±0.1 ^a	7.1±0.2 ^{bc}	6.9±0.1 ^b	6.0±0.2 ^b	6.6±0.1 ^{bc}	6.4±0.4 ^{bc}	13.26±0.52 ^a	2.02±0.03 ^a	68.84±0.83 ^{ab}	-1.07±0.08 ^a	15.81±0.24 ^a	1.59
SSM-0	6.4±0.4 ^b	6.6±0.6 ^{ab}	5.9±1.2 ^a	5.6±0.6 ^a	5.6±1.5 ^a	5.9±0.4 ^a	12.12±0.05 ^c	0.59±0.03 ^c	69.20±0.41 ^{bc}	-1.18±0.10 ^a	14.95±0.36 ^b	
SSM-5	6.1±0.7 ^b	6.6±0.1 ^{ab}	5.5±0.1 ^a	5.6±0.4 ^a	5.7±0.6 ^a	6.2±0.1 ^a	12.15±0.07 ^c	1.15±0.04 ^b	69.37±0.32 ^{bc}	-1.17±0.17 ^a	14.39±0.52 ^c	0.59
SSM-10	6.5±0.6 ^{ab}	6.3±0.1 ^b	5.6±0.8 ^a	5.4±0.9 ^a	6.3±0.6 ^a	5.8±0.4 ^a	12.21±0.19 ^c	1.78±0.09 ^a	69.61±0.66 ^{ab}	-1.22±0.23 ^{ab}	15.17±0.17 ^{ab}	0.47
SSM-15	6.8±0.1 ^{ab}	6.5±0.1 ^{ab}	5.9±0.1 ^a	5.8±0.2 ^a	5.8±0.4 ^a	5.8±0.1 ^a	12.64±0.03 ^a	1.85±0.30 ^a	70.02±0.30 ^a	-1.36±0.01 ^b	15.59±0.15 ^a	1.06
SSM-20	7.6±0.1 ^a	7.1±0.1 ^a	6.1±0.1 ^a	6.2±0.4 ^a	7.1±0.5 ^a	6.2±0.3 ^a	12.44±0.06 ^b	1.93±0.01 ^a	68.96±0.43 ^c	-1.27±0.06 ^{ab}	15.26±0.39 ^{ab}	0.40

a-d: Belirtilen parametrelerde aynı soğuk pres yağı içeren mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Aynı SPY içeren mayonez örneklerinin TPC ve %DPPH değerleri arasındaki değişim ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Genel olarak mayonez örneklerinin SPY içeriği arttıkça sarı renkte artış görülürken, yeşil renk artan SAY ve SSY içeriği ile artmış, artan SÇY içeriği ile azalmıştır. En yüksek toplam renk değişimi SAM örneklerine ait iken, en düşük SSM örneklerinde bulunmuştur. Yağ örnekleri arasında, kırmızılık, yeşillik ve sarılık açısından en yüksek değerler sırasıyla; SÇY, SSY, SAY’nda belirlenmiştir.

Mayonezlerin toplam tokoferol (spektrofotometrik), α -tokoferol, β -karoten ve δ -tokoferol içerikleri Tablo 3.3.’te gösterilmiştir. SAM ve SÇM örneklerinin β -karoten miktarları ile SSM örneklerinin α -tokoferol ve δ -tokoferol miktarları arasındaki değişimler istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Toplam tokoferol miktarları arasındaki değişim ise SÇM ve SSM örneklerinde önemli ($p<0.05$) iken, SAM örneklerinde önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Tablo 3.3. Tam yağlı mayonez örneklerinin α -tokoferol, β -karoten ve δ -tokoferol içerikleri

Mayonezler	Toplam Tokoferol (mg/kg mayonez)	α -Tokoferol (mg/kg mayonez)	β -Karoten (mg/kg mayonez)	δ -Tokoferol (mg/kg mayonez)
SAM-0	374.50±3.26 ^a	389.93±33.89 ^a	51.91±6.14 ^a	--
SAM-5	368.61±11.73 ^a	339.59±41.05 ^a	49.08±6.70 ^{ab}	--
SAM-10	376.90±5.73 ^a	332.86±6.25 ^a	50.04±2.95 ^{ab}	--
SAM-15	383.78±2.75 ^a	350.09±9.81 ^a	51.25±1.25 ^a	--
SAM-20	378.22±5.83 ^a	364.30±36.94 ^a	38.01±10.18 ^b	--
SÇM-0	377.93±0.93 ^a	393.95±13.01 ^a	66.18±12.68 ^a	--
SÇM-5	351.89±17.82 ^b	387.09±6.94 ^a	52.67±1.80 ^b	--
SÇM-10	385.02±10.59 ^a	394.96±54.21 ^a	57.65±2.06 ^{ab}	--
SÇM-15	368.44±2.76 ^{ab}	407.67±38.58 ^a	53.53±3.68 ^b	--
SÇM-20	351.50±2.11 ^b	399.89±62.88 ^a	61.30±0.22 ^{ab}	--
SSM-0	368.13±2.82 ^{ab}	395.49±19.57 ^a	65.59±6.10 ^a	--
SSM-5	346.75±4.86 ^b	332.14±11.27 ^{ab}	54.72±1.89 ^a	12.37±2.35 ^c
SSM-10	374.89±12.52 ^a	338.18±36.31 ^{ab}	59.99±5.39 ^a	26.20±6.07 ^b
SSM-15	377.15±10.84 ^a	322.55±33.53 ^{ab}	57.56±6.08 ^a	38.52±3.62 ^a
SSM-20	353.26±12.17 ^{ab}	303.09±3.92 ^b	57.95±0.07 ^a	47.96±0.58 ^a

a-c: Belirtilen parametrelerde aynı soğuk pres yağı içeren mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Mayonezlerdeki SSY artışı, SSM örneklerinde α -tokoferol seviyelerini önemli ölçüde azaltırken δ -tokoferol içeriğini de arttırdığı görülmektedir. SÇY içeren örneklerde en yüksek α -tokoferol SÇM-15’te (407.67 mg/kg) iken, en yüksek β -karoten SÇM-20’de (61.30 mg/kg) tespit edilmiştir. SAY içeren

örneklerde α -tokoferol SAM-20’de (364.30 mg/kg) maksimum olurken β -karoten SAM-20’de (38.01 mg/kg) en düşük değeri almıştır.

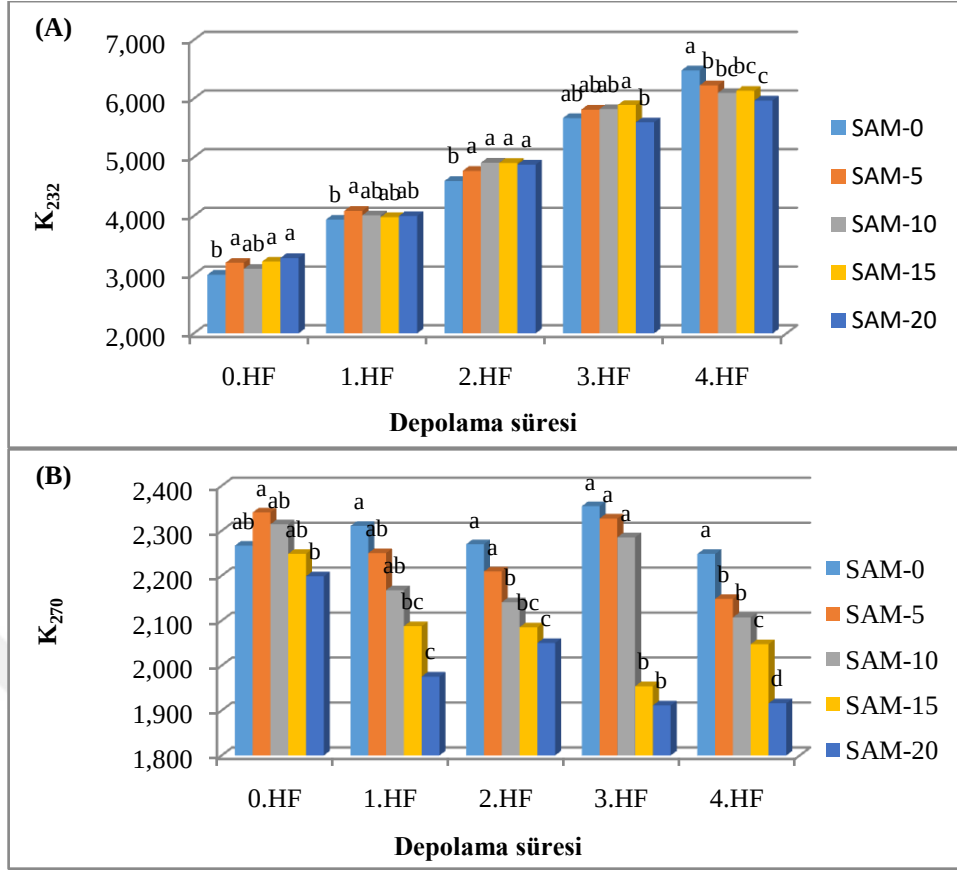
Oda sıcaklığında 4 hafta depolanan mayonez örneklerinin ilk ve son haftalarında yapılan peroksit (PV) ve *p*-anisidin (PA) tayin sonuçları Tablo 3.4.’te gösterilmiştir. İstatistiksel olarak SAM ve SÇM’in 0. hafta örnekleri ile SSM’in 4. hafta örneklerinin PV değerleri arasındaki değişim önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Belirtilen haftalarda tüm mayonez örneklerinin PA değerleri arasındaki değişim de istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince mayonezlerin PV ve PA değerlerinin arttığı görülmektedir. Depolama sonunda SSM örneklerinde SSY içeriği arttıkça PV değerlerinin azaldığı, tüm mayonezlerde SPY içeriği arttıkça daha düşük PA değerleri elde edildiği görülmüştür.

Tablo 3.4. Tam yağlı mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların peroksit (meq O₂/kg yağ) ve *p*-anisidin değerleri

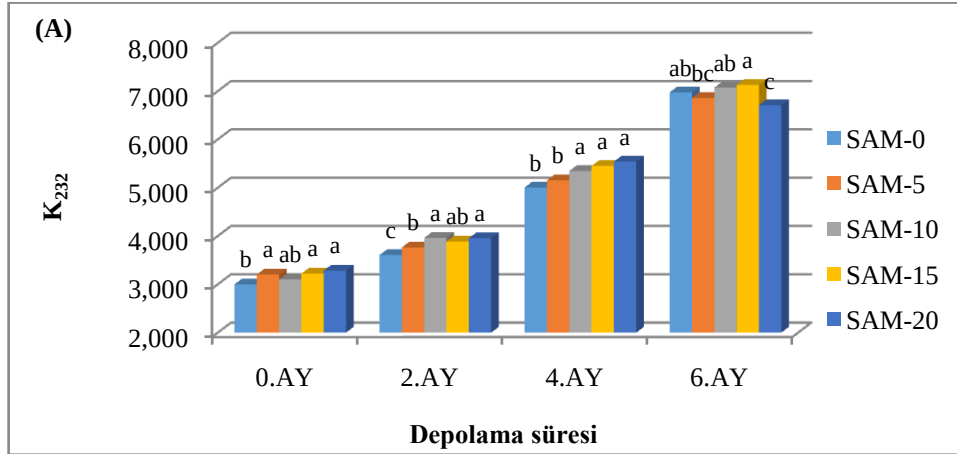
Mayonezler	PV (meq O ₂ /kg yağ)		<i>p</i> -anisidin	
	0.HF	4.HF	0.HF	4.HF
SAM-0	1.627±0.203 ^a	16.286±0.144 ^a	4.029±0.200 ^a	5.597±0.136 ^a
SAM-5	1.629±0.168 ^a	16.284±0.032 ^a	3.671±0.172 ^b	5.257±0.028 ^b
SAM-10	1.626±0.072 ^a	16.289±0.028 ^a	3.482±0.073 ^b	5.209±0.034 ^b
SAM-15	1.626±0.055 ^{ab}	16.289±0.066 ^a	3.278±0.056 ^c	5.185±0.071 ^b
SAM-20	1.624±0.114 ^b	16.268±0.074 ^a	3.195±0.112 ^c	4.933±0.069 ^c
SÇM-0	1.623±0.115 ^b	16.700±0.805 ^a	3.956±0.117 ^a	5.530±0.114 ^a
SÇM-5	3.251±0.168 ^a	16.291±0.016 ^a	3.660±0.170 ^b	5.431±0.342 ^{ab}
SÇM-10	3.256±0.092 ^a	16.291±0.005 ^a	3.560±0.094 ^b	5.327±0.137 ^{ab}
SÇM-15	3.258±0.105 ^a	16.271±0.018 ^a	3.457±0.115 ^b	5.320±0.132 ^{ab}
SÇM-20	3.254±0.171 ^a	16.267±0.011 ^a	3.213±0.174 ^c	5.206±0.097 ^b
SSM-0	1.627±0.150 ^a	16.279±0.004 ^a	3.758±0.147 ^a	5.921±0.349 ^a
SSM-5	1.625±0.177 ^a	16.272±0.005 ^a	3.501±0.178 ^b	5.294±0.085 ^b
SSM-10	1.624±0.056 ^a	13.836±0.933 ^b	3.450±0.060 ^b	5.217±0.197 ^b
SSM-15	1.625±0.140 ^a	13.018±0.007 ^c	2.564±0.143 ^c	5.144±0.536 ^b
SSM-20	1.624±0.086 ^a	9.759±0.006 ^d	2.089±0.090 ^d	4.899±0.418 ^b

a-d: Belirtilen parametrelerde aynı soğuk pres yağı içeren mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

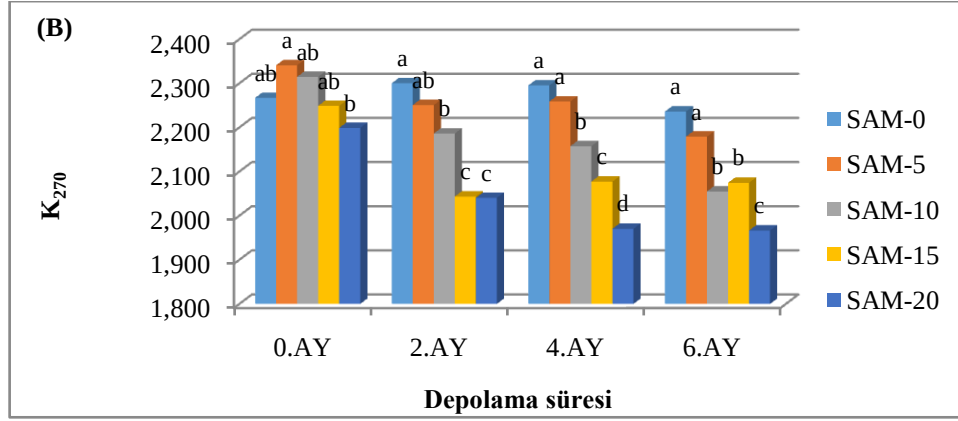
Oda sıcaklığında (21-22 °C) 4 hafta ve buzdolabı sıcaklığında (+4 °C) 6 ay depolanan SAM örneklerinin K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri Şekil 3.1. ve 3.2’de gösterilmiştir. Depolama süresince tüm mayonezlerin belirtilen hafta ve aylarda K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 3.1. Oda sıcaklığında depolanan SAM örneklerinin (A) K₂₃₂ ve (B) K₂₇₀ değerleri

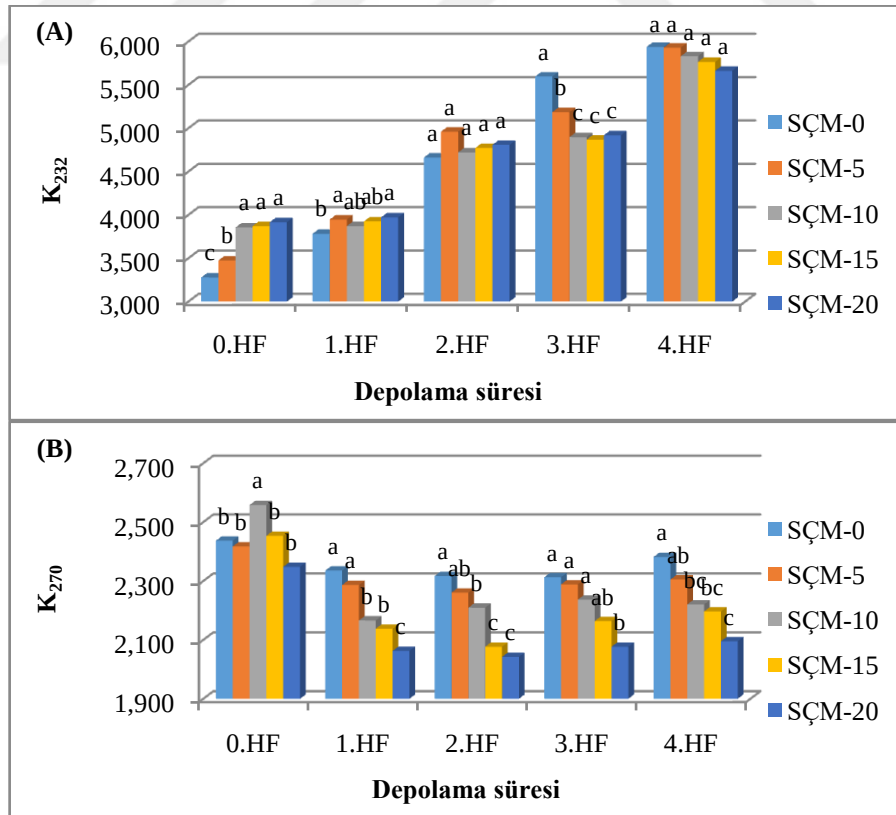


Şekil 3.2. +4 °C’de depolanan SAM örneklerinin (A) K₂₃₂ ve (B) K₂₇₀ değerleri

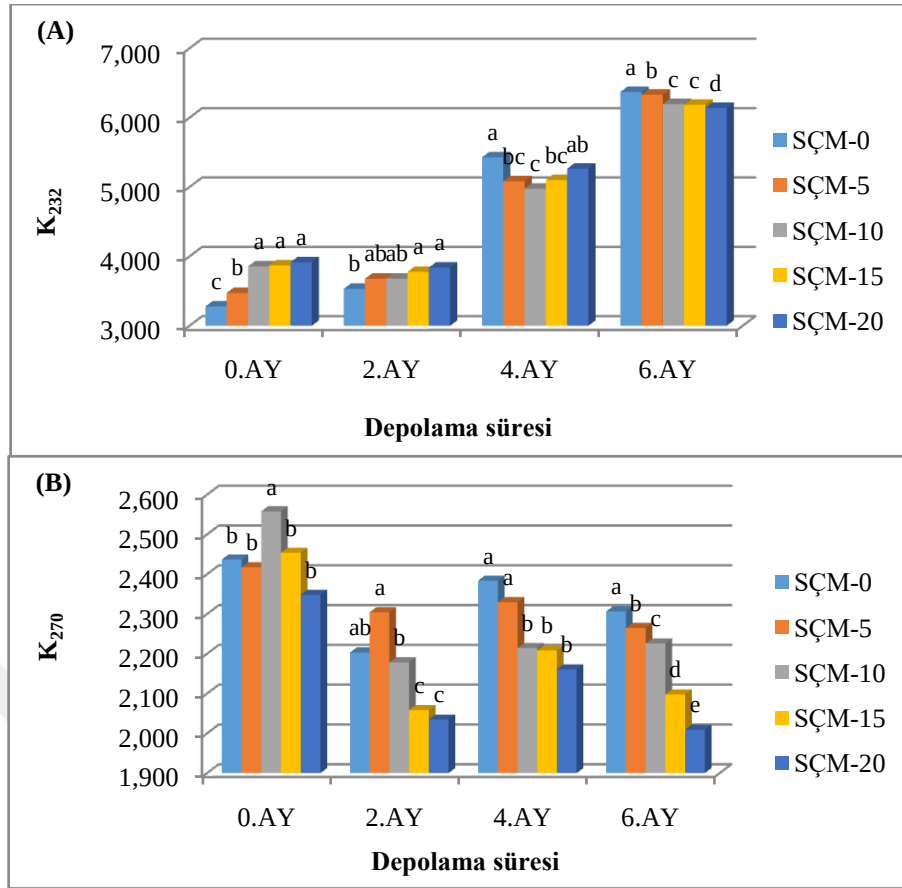


Şekil 3.2. (devamı) +4 °C’de depolanan SAM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri

Oda sıcaklığında ve +4 °C’de depolanan SÇM örneklerinden ekstrakte edilen yağların K_{232} ve K_{270} değerleri Şekil 3.3. ve 3.4’te gösterilmiştir. Depolama süresince 2. ve 4. haftalarda alınan örneklerin K_{232} değerleri hariç tüm süreçlerde mayonez örneklerinin K_{232} ve K_{270} değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

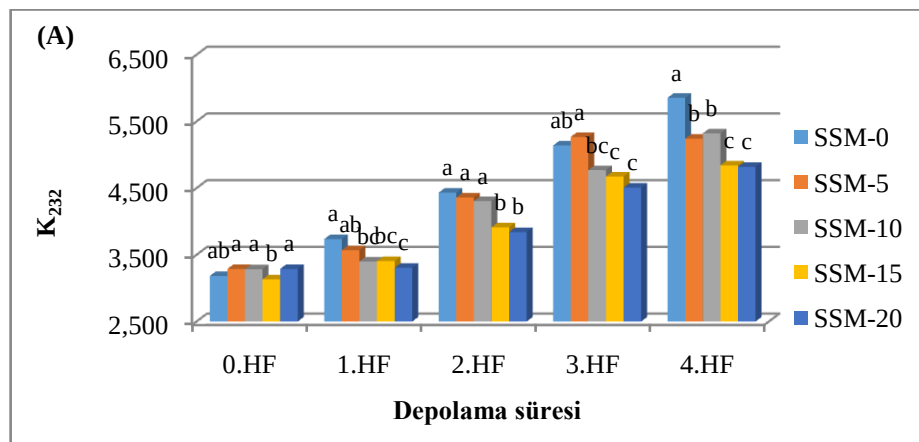


Şekil 3.3. Oda sıcaklığında depolanan SÇM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri

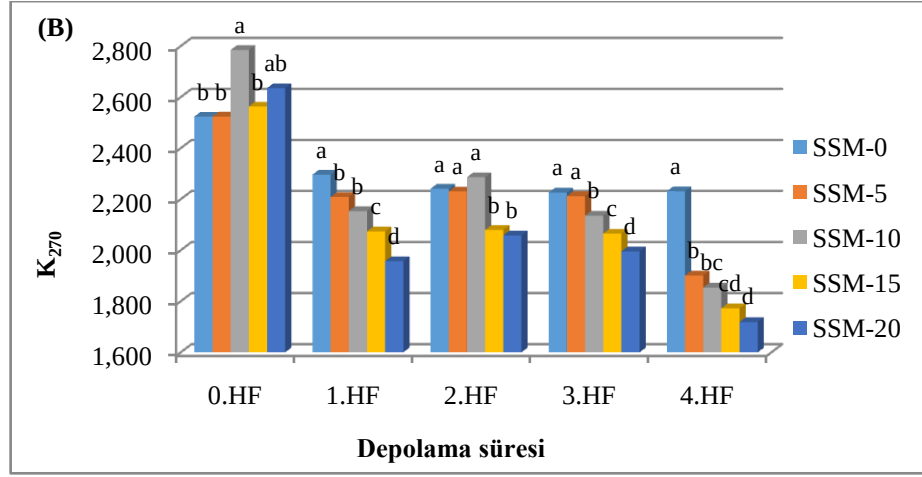


Şekil 3.4. +4 °C’de depolanan SÇM örneklerinin (A) K₂₃₂ ve (B) K₂₇₀ değerleri

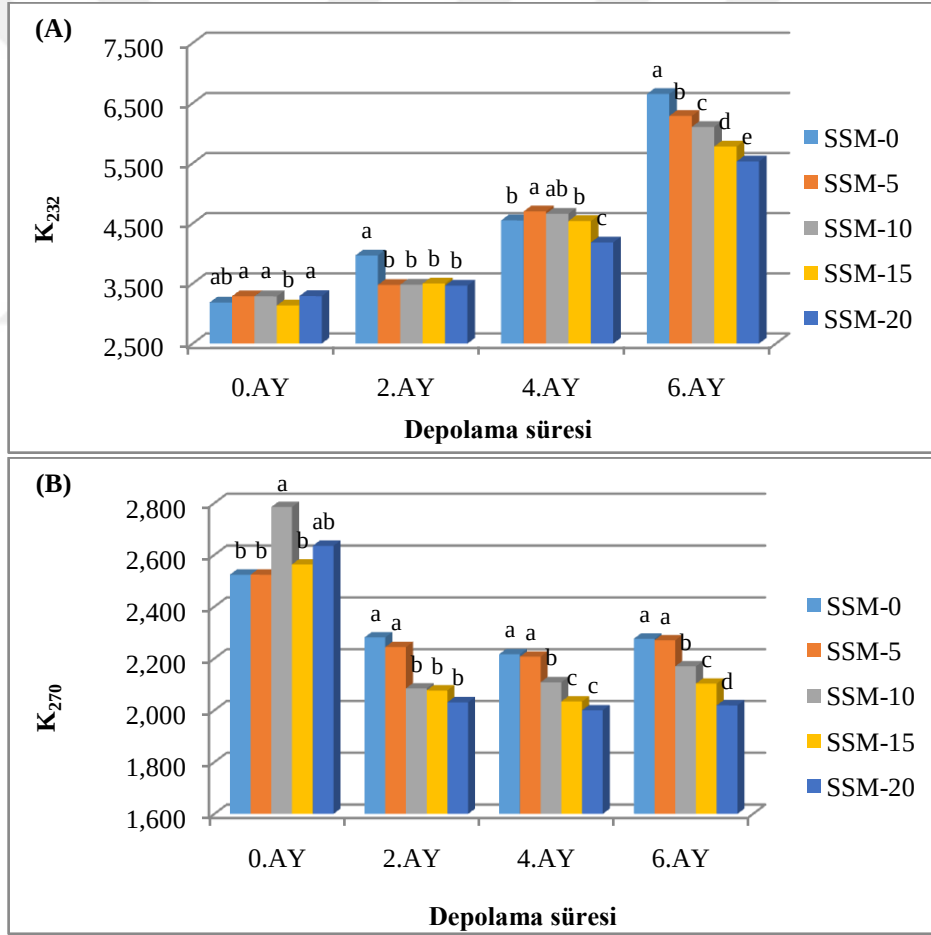
SSM örneklerinden ekstrakte edilen yağların K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri Şekil 3.5. ve 3.6’da gösterilmiştir. Depolama süresince tüm mayonez örneklerinin K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 3.5. Oda sıcaklığında depolanan SSM örneklerinin (A) K₂₃₂ ve (B) K₂₇₀ değerleri



Şekil 3.5. (devamı) Oda sıcaklığında depolanan SSM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri



Şekil 3.6. +4 °C’de depolanan SÇM örneklerinin (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri

+4 °C’de 6 ay depolamaya bırakılan mayonez örneklerinin toplam bakteri ve maya-küf gelişimi 2 ayda bir takip edilmiş ve bu aylarda mayonez örneklerinin toplam bakteri ve maya-küf sayısı <100 kob/g olarak bulunmuştur.

+4 °C’de depolamaya bırakılan mayonez örneklerinden her 2 ayda bir alınarak emülsiyon stabilitelerine bakılmıştır. Tablo 3.5.’te depolama süresince mayonez örneklerinin emülsiyon stabilite değerleri verilmiştir. Emülsiyon stabilitesi değerleri arasındaki değişim sadece SÇM örneklerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

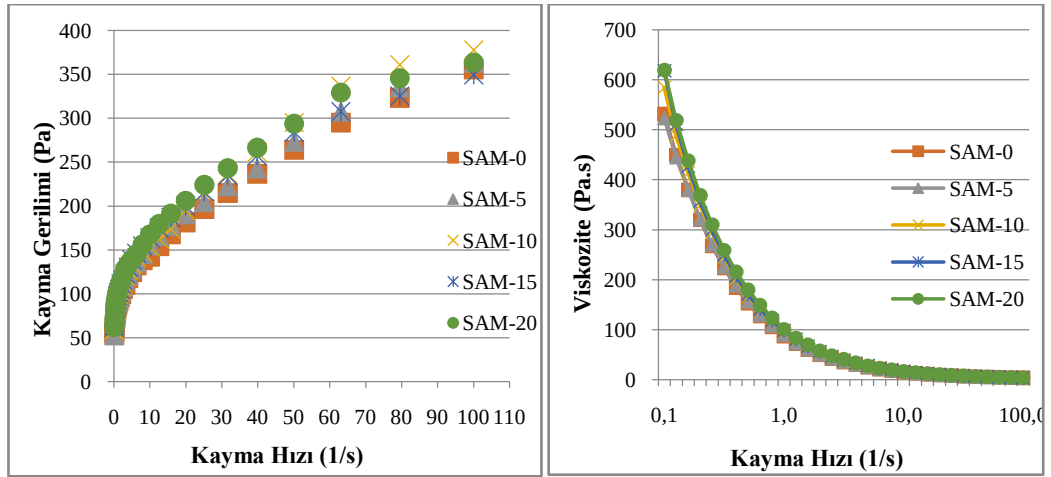
Farklı soğuk pres yağ içeriğine sahip mayonezlerin reolojik ölçümleri yapılmış ve bu ölçüm sonucunda mayonez örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi ve viskozite değerleri SAM, SÇM ve SSM örnekleri için sırasıyla Şekil 3.7., 3.8. ve 3.9.’da gösterilmiştir. Tüm örneklerin kaymayla azalan akış özelliği (psödoplastik) gösterdiği, kayma hızı arttıkça mayonezlerin viskozitesinin azaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.5. Depolanan tam yağlı mayonez örneklerinin emülsiyon stabilite (%) değerleri

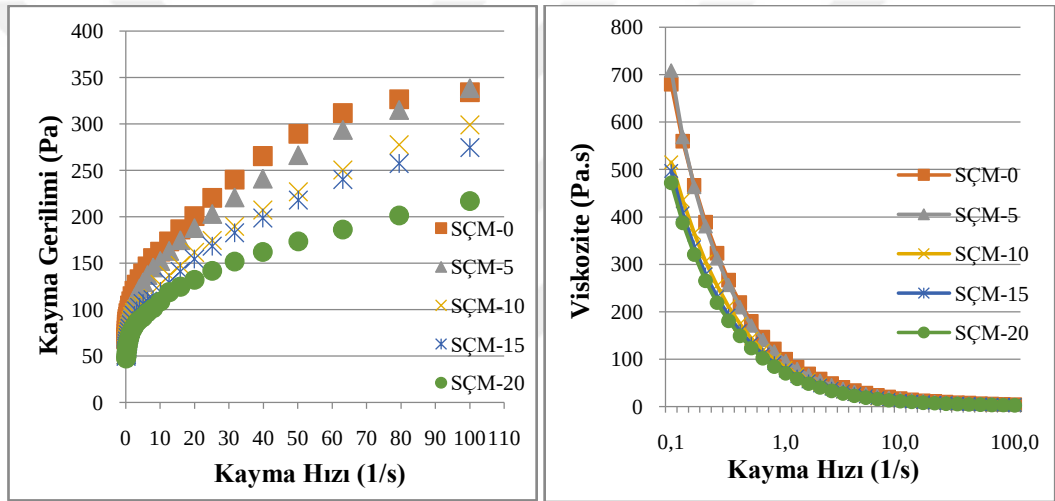
Mayonezler	2.AY	4.AY	6.AY
SAM-0	99.94±0.00 ^a	99.90±0.00 ^a	99.97±0.04 ^a
SAM-5	99.83±0.05 ^a	99.90±0.05 ^a	99.91±0.05 ^a
SAM-10	99.90±0.05 ^a	99.88±0.00 ^a	99.88±0.00 ^a
SAM-15	99.88±0.09 ^a	99.97±0.04 ^a	99.91±0.04 ^a
SAM-20	99.87±0.01 ^a	99.94±0.09 ^a	99.90±0.04 ^a
SÇM-0	99.90±0.07 ^a	99.97±0.05 ^a	99.97±0.04 ^a
SÇM-5	99.87±0.10 ^a	99.94±0.09 ^a	99.84±0.13 ^a
SÇM-10	99.66±0.13 ^a	99.94±0.00 ^a	99.77±0.03 ^a
SÇM-15	99.35±0.74 ^{ab}	96.54±1.77 ^b	96.03±0.05 ^b
SÇM-20	98.51±0.09 ^b	96.56±0.83 ^b	94.80±0.07 ^c
SSM-0	99.73±0.09 ^a	99.93±0.00 ^a	99.94±0.09 ^a
SSM-5	99.97±0.04 ^a	99.97±0.05 ^a	99.91±0.04 ^a
SSM-10	99.68±0.26 ^a	99.97±0.05 ^a	99.94±0.00 ^a
SSM-15	99.41±0.75 ^a	99.97±0.05 ^a	99.90±0.05 ^a
SSM-20	99.81±0.17 ^a	99.94±0.00 ^a	99.84±0.05 ^a

a-c: Belirtilen parametrelerde aynı soğuk pres yağ içeren mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

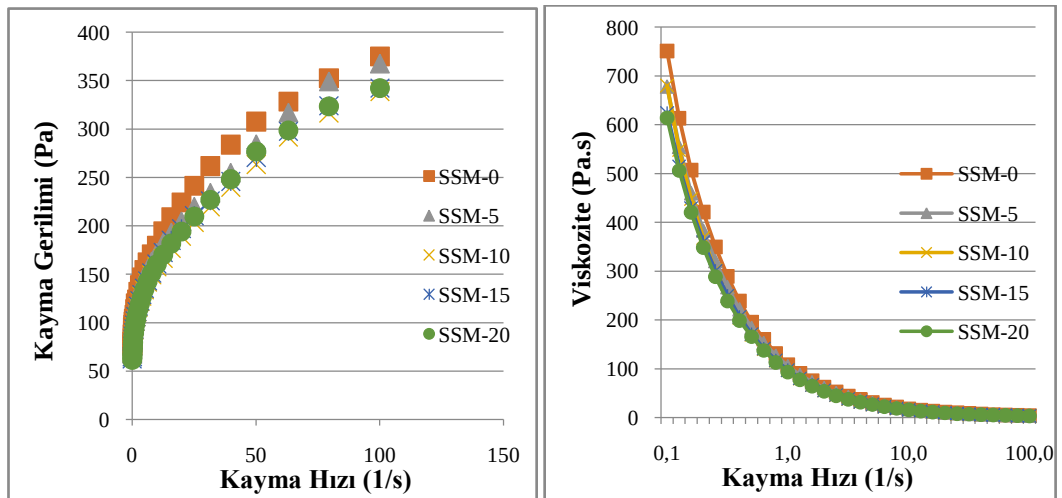
SÇM örneklerinin kayma gerilimi ve viskozite değerlerinde kayma hızına bağlı olarak belirgin farklılıklar görülürken, SAM örneklerinde artan SAY içeriğine bağlı olarak çok az bir değişim olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.7. SAM örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi ve viskozite değerleri



Şekil 3.8. SÇM örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi ve viskozite değerleri



Şekil 3.9. SSM örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi ve viskozite değerleri

25 °C’de mayonez örneklerinin kayma gerilimi ve kayma hızı verileri Herschel–Bulkley (HB) modeline uygunluk göstermiştir (R^2 , 0.9974-0.9995). HB modeline ait τ_0 (akma gerilimi), K (kıvam indeksi), n (akış davranış indeksi) ve R^2 (determinasyon katsayısı) parametreleri Tablo 3.6.’da verilmiştir. Modele ait denklem ise (3.1) eşitliğinde gösterilmiştir. Reolojik parametreleri (tutarlılık katsayısı ve akış indeksi) hesaplamak için Microsoft Excel programında doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır.

$$\tau = \tau_0 + K \dot{\gamma}^n \quad (3.1)$$

Burada τ , τ_0 , K, n ve $\dot{\gamma}^n$ sırasıyla kayma gerilimi, akma gerilimi, kıvam katsayısı, akış indeksi ve kayma hızıdır.

Tablo 3.6. Tam yağlı mayonez örneklerinin Herschel Bulkley modeline ait parametreleri

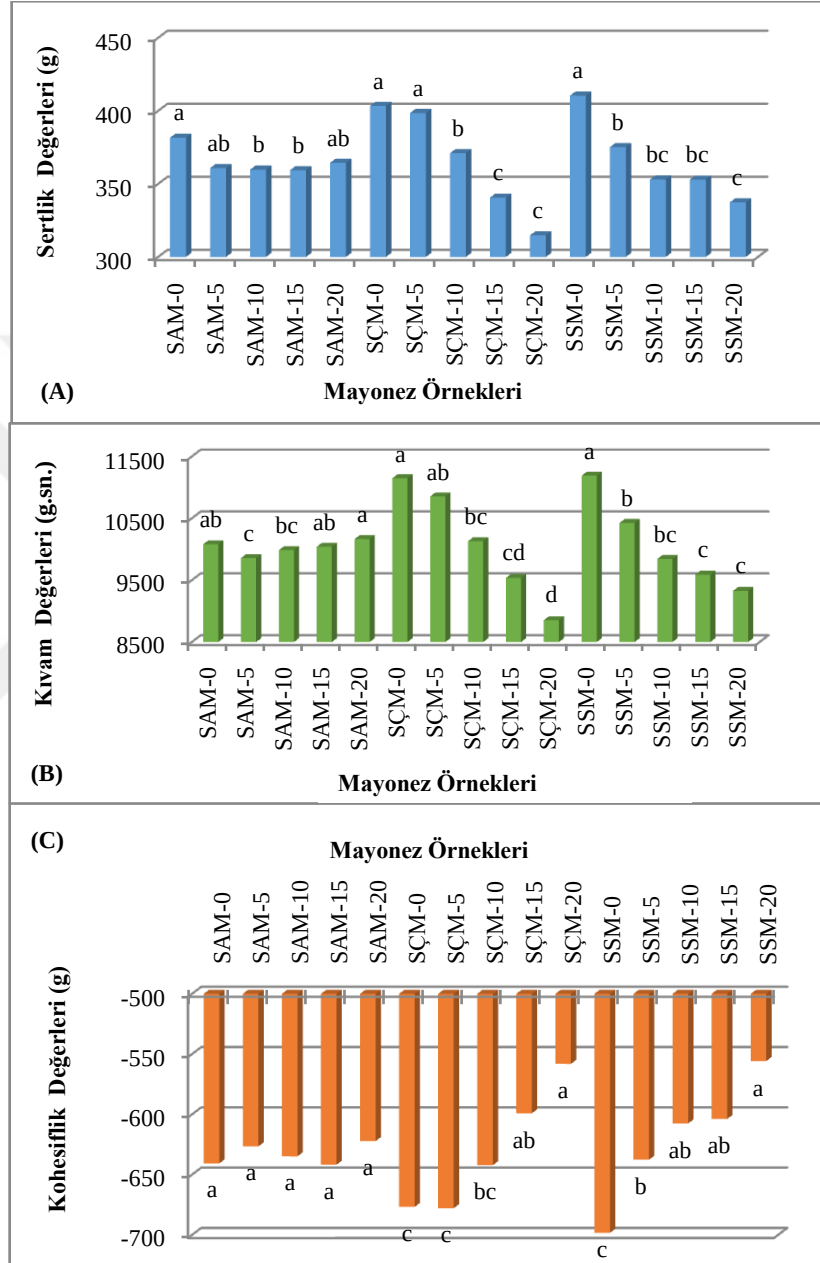
Mayonezler	τ_0 (Akma Gerilimi)	K (Kıvam İndeksi)	n (Akış Davranış İndeksi)	R^2
SAM-0	63.28±1.65 ^a	40.10±0.74 ^b	0.51±0.11 ^a	0.9989
SAM-5	59.10±0.76 ^a	46.45±3.30 ^a	0.48±0.12 ^a	0.9991
SAM-10	60.60±1.39 ^a	30.66±2.81 ^c	0.52±0.02 ^a	0.9979
SAM-15	49.87±3.87 ^b	39.59±0.73 ^b	0.42±0.03 ^a	0.9990
SAM-20	50.20±1.94 ^b	36.86±0.49 ^b	0.44±0.02 ^a	0.9974
SÇM-0	54.95±0.54 ^a	43.61±1.94 ^a	0.42±0.01 ^c	0.9982
SÇM-5	53.55±0.82 ^a	35.63±0.44 ^b	0.53±0.00 ^a	0.9995
SÇM-10	48.05±0.57 ^b	23.56±0.06 ^d	0.51±0.01 ^a	0.9979
SÇM-15	43.87±1.27 ^c	29.12±0.20 ^c	0.45±0.03 ^b	0.9981
SÇM-20	37.72±1.05 ^d	30.07±0.91 ^c	0.39±0.01 ^c	0.9993
SSM-0	62.46±6.84 ^a	55.74±9.20 ^a	0.41±0.07 ^a	0.9993
SSM-5	60.49±2.72 ^a	40.64±0.79 ^{ab}	0.44±0.01 ^a	0.9982
SSM-10	54.14±1.20 ^{ab}	34.98±3.25 ^b	0.45±0.02 ^a	0.9989
SSM-15	52.78±6.36 ^{ab}	41.39±9.43 ^{ab}	0.43±0.04 ^a	0.9991
SSM-20	45.19±4.28 ^b	41.44±8.56 ^{ab}	0.43±0.03 ^a	0.9993

a-d: Belirtilen parametrelerde aynı soğuk pres yağı içeren mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Mayonezlerin tüm kıvam indeksi (K) değerlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), SPY konsantrasyonuna göre doğrusal olarak değişmemiştir. Sadece SÇM örneklerinin n değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Akma gerilimi (τ_0 değeri) değerlerindeki değişim ise tüm mayonezlerde istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olmuştur.

Farklı soğuk pres yağı içeren mayonezlerin tekstürel ölçümleri yapılmış ve Şekil 3.10.’da sırasıyla sertlik, kıvam ve kohesiflik değerleri verilmiştir. Sonuçlar

incelendiğinde, SAM örnekleri dışındaki mayonezlerde SPY içeriği arttıkça sertlik ve kıvam değerleri azalırken, kohesiflik değerlerinin arttığı görülmektedir. İstatistiksel olarak incelendiğinde SAM örneklerinin kohesiflik değerleri dışındaki tüm parametrelerdeki değerler arasındaki değişim önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 3.10. Tam yağlı mayonez örneklerinin sertlik (A), kıvam (B) ve kohesiflik (C) değerleri

3.3 Düşük Yağlı Mayonez

Yağ içeriğinin %0, 10 ve 20'si soğuk pres susam yağı olan düşük yağlı mayonezler (DM0, DM10 ve DM20) ile bunların bir kısmına 100W, 3 dk US

uygulanan düşük yağlı mayonez örneklerinin (US-DM0, US-DM10 ve US-DM20) renk değerleri Tablo 3.7.'de gösterilmektedir. Mayonez örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki değişimler istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Genel olarak mayonez örneklerine US uygulamasına bağlı olarak yeşil renkte ve sarı renkte azalma olduğu ve bu azalışın örneklerdeki SSY içeriğinin artmasına bağlı olarak artış gösterdiği görülmektedir.

Tablo 3.7. Düşük yağlı mayonez örneklerinin başlangıç analiz sonuçları

Analizler	DM0	DM10	DM20	US-DM0	US-DM10	US-DM20
L^*	75.52±0.89 ^{bc}	76.39±0.70 ^a	75.12±0.79 ^c	75.26±0.18 ^c	75.71±0.72 ^{abc}	76.31±0.58 ^{ab}
a^*	-0.87±0.03 ^c	-0.88±0.03 ^c	-0.81±0.06 ^b	-0.76±0.03 ^b	-0.65±0.07 ^a	-0.64±0.02 ^a
b^*	11.86±0.18 ^a	11.84±0.15 ^a	11.77±0.13 ^a	10.77±0.04 ^b	10.36±0.19 ^c	10.00±0.09 ^d
ΔE		0.87	0.41	1.13	1.53	2.04
Görünüm	7.2±0.1 ^b	7.7±0.1 ^a	7.1±0.1 ^b	7.0±0.1 ^b	7.8±0.1 ^a	7.2±0.1 ^b
Renk	7.1±0.1 ^c	7.5±0.1 ^{abc}	7.3±0.1 ^{abc}	7.6±0.1 ^{ab}	7.7±0.4 ^a	7.2±0.0 ^{bc}
Koku	6.9±0.1 ^{ab}	6.9±0.4 ^{ab}	6.3±0.2 ^b	7.1±0.1 ^a	6.5±0.5 ^{ab}	6.3±0.2 ^b
Tat	6.8±0.1 ^b	6.7±0.1 ^b	6.7±0.1 ^b	7.1±0.1 ^a	6.6±0.1 ^b	5.9±0.2 ^c
Tekstür						
(kıvam)	7.1±0.0 ^{ab}	7.2±0.2 ^{ab}	7.1±0.1 ^{ab}	7.3±0.3 ^a	6.9±0.1 ^{ab}	6.8±0.1 ^b
Genel kabul edilebilirlik	7.1±0.0 ^{ab}	7.0±0.1 ^{bc}	6.9±0.1 ^c	7.3±0.1 ^a	7.0±0.1 ^{bc}	6.3±0.1 ^d
Toplam Tokoferol (mg/kg mayonez)	276.14±0.34 ^a	265.30±0.23 ^b	256.25±1.87 ^c	274.58±0.87 ^a	265.47±0.29 ^b	256.37±0.32 ^c
α -Tokoferol (mg/kg mayonez)	224.92±15.74 ^{ab}	185.98±5.64 ^{bc}	156.77±1.73 ^c	253.33±40.85 ^a	185.92±4.61 ^{bc}	177.15±24.27 ^{bc}
γ -Tokoferol (mg/kg mayonez)	--	14.88±0.29 ^c	28.59±0.55 ^b	--	15.52±0.88 ^c	32.24±2.88 ^a
β -Karoten (mg/kg mayonez)	29.26±1.28 ^a	29.01±0.45 ^a	29.25±0.28 ^a	33.24±3.99 ^a	28.28±1.15 ^a	30.40±2.14 ^a
TPC (mg GAE/100g mayonez)	8.50±0.10 ^b	9.03±0.16 ^a	8.54±0.22 ^b	8.93±0.15 ^a	9.14±0.04 ^a	9.16±0.41 ^a
%DPPH	2.33±0.12 ^d	3.33±0.24 ^b	3.43±0.09 ^b	2.90±0.13 ^c	4.13±0.15 ^a	4.35±0.27 ^a

a-d: Belirtilen parametrelerde düşük yağlı mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Mayonez örneklerinin duyuusal parametreleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 3.7.). Örneklerde en

düşük değerler tat (5.9-7.1), koku (6.3-7.1) ve genel kabul edilebilirlik (6.3-7.3) özelliklerinde belirlenmiş ve SSY içeriğindeki artışa göre bu değerlerin düştüğü görülmüştür. Ayrıca tat, tekstür ve koku açısından US-DM10 ve US-DM20 örnekleri US uygulanmayanlara göre daha düşük bulunmuştur.

Mayonez örneklerinin gallik asit cinsinden belirlenen toplam fenolik madde (TPC) miktarları ve %DPPH cinsinden antioksidan aktiviteleri Tablo 3.7.'de gösterilmektedir. Mayonez örneklerinin TPC değerleri ve %DPPH değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde mayonezlerin DPPH değerleri mayonezdeki SSY içeriği arttıkça artmıştır. Aynı mayonez örneklerinden US uygulananların TPC ve DPPH değerleri daha yüksek bulunmuştur. En düşük TPC ve DPPH değerleri DM0'da bulunurken en yüksek US-DM20'de belirlenmiştir. Mayonezlerin toplam tokoferol ve α -tokoferol miktarları artan SSY miktarına göre azalmış ($p<0.05$), aynı mayoneze US uygulanmasının değerler arasında önemli değişime neden olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Mayonezlerin γ -tokoferol miktarları artan SSY ile yüksek oranda ($p<0.05$), US ile düşük oranda artış göstermiş, SSY içermeyen örneklerde tespit edilememiştir. Mayonezlerin β -karoten miktarlarındaki değişim ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Tablo 3.8. Düşük yağlı mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların PV (meq O_2 /kg yağ) ve p -anisidin değerleri

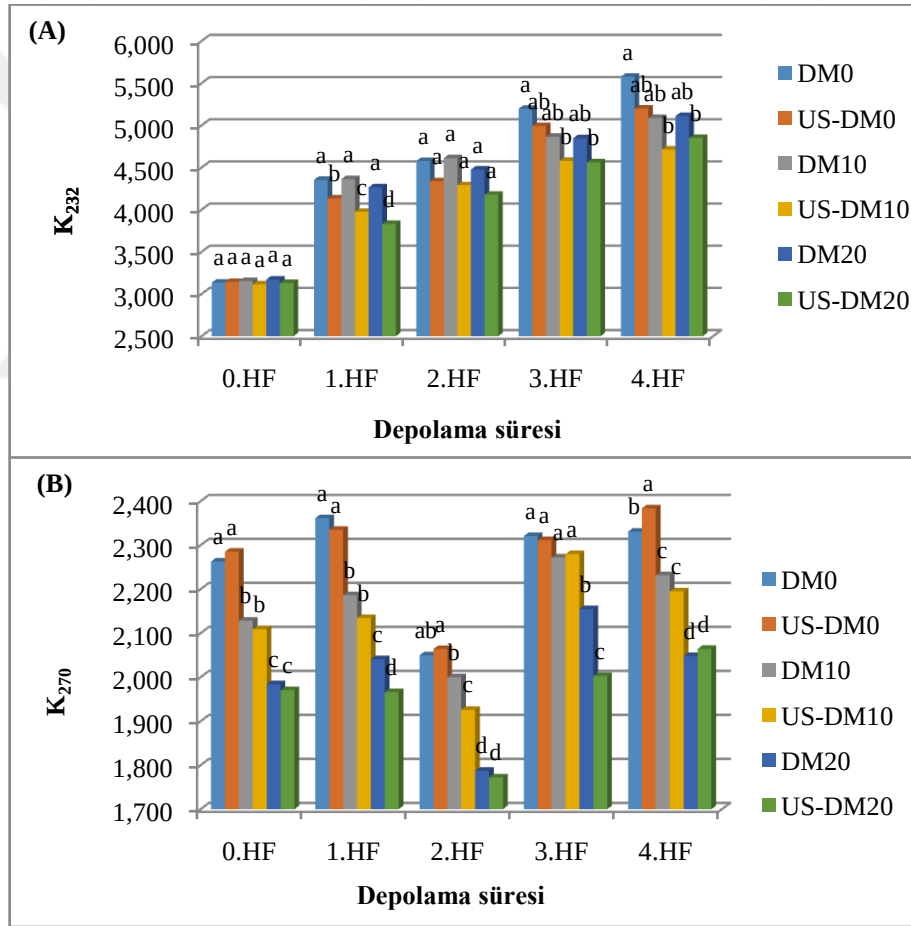
Mayonezler	PV (meq O_2 /kg yağ)		p -anisidin	
	0.HF	4.HF	0.HF	4.HF
DM0	3.258±0.002 ^a	11.000±0.820 ^a	5.337±0.469 ^a	6.229±0.442 ^b
DM10	3.259±0.002 ^a	9.778±0.010 ^b	4.760±0.444 ^{ab}	5.793±0.372 ^{bc}
DM20	3.258±0.004 ^a	9.369±0.816 ^b	3.811±0.344 ^b	5.571±0.457 ^{bc}
US-DM0	3.260±0.001 ^a	9.778±0.007 ^b	4.811±0.369 ^{ab}	7.049±0.033 ^a
US-DM10	3.258±0.002 ^a	9.780±0.010 ^b	4.255±0.381 ^{ab}	5.613±0.334 ^{bc}
US-DM20	3.259±0.002 ^a	9.786±0.002 ^b	3.832±0.287 ^b	5.168±0.436 ^c

a-c: Belirtilen parametrelerde düşük yağlı mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

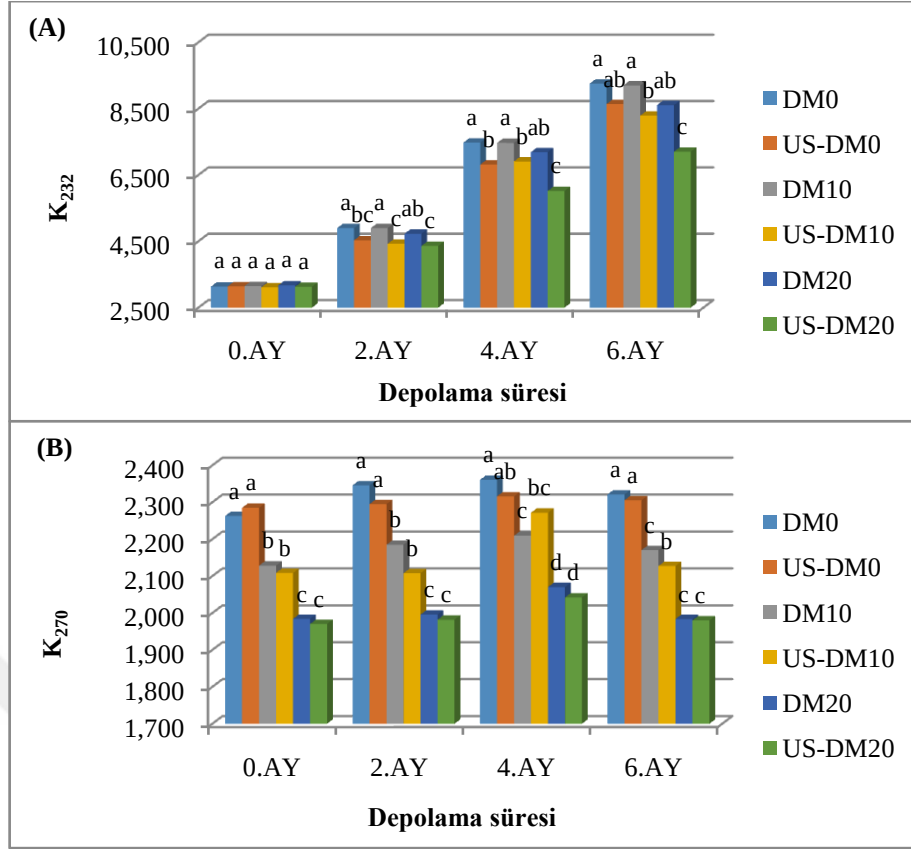
Oda sıcaklığında 4 hafta depolanan mayonez örneklerinin ilk ve son hafta belirlenen peroksit (PV) ve p -anisidin (PA) değerleri Tablo 3.8.'de gösterilmektedir. Depolamanın başlangıcında örneklerin PV değerlerinin benzer ($p>0.05$) olduğu ve zamanla artış gösterdiği tespit edilmiştir. 4. haftada ise en

yüksek PV değeri DM0'da belirlenmiştir. Mayonez örneklerinin *p*-anisidin değerleri arasındaki değişimler ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Oda sıcaklığında ve +4 °C'de depolanan mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların K_{232} ve K_{270} değerleri Şekil 3.11. ve 3.12'de gösterilmektedir. Depolamanın 0. ve 2. Haftasında yağların K_{232} değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Diğer hafta ve aylarda örneklerdeki SSY içeriği arttıkça daha düşük K_{232} değerleri elde edilmiştir ($p<0.05$). Mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların K_{270} değerleri arasındaki değişim ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 3.11. Oda sıcaklığında depolanan düşük yağlı mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların (A) K_{232} ve (B) K_{270} değerleri



Şekil 3.12. +4 °C’de depolanan düşük yağlı mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların (A) K₂₃₂ ve (B) K₂₇₀ değerleri

+4 °C’de 6 ay depolanan düşük yağlı mayonez örneklerinin mikrobiyal gelişimine ait analiz sonuçları Tablo 3.9.’da gösterilmiştir.

Tablo 3.9. Düşük yağlı mayonez örneklerinin toplam bakteri ve maya-küf sayıları (log kob/g)

Depolama Süresi	2.AY		4.AY		6.AY	
Mayonezler	Toplam Bakteri	Maya-Küf	Toplam Bakteri	Maya-Küf	Toplam Bakteri	Maya-Küf
DM0	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	3.93±0.04	3.48±0.02	3.52±0.03
DM10	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	3.52±0.04	<100 kob/g	<100 kob/g
DM20	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g
US-DM0	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g
US-DM10	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g
US-DM20	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g	<100 kob/g

Depolamanın 2. ayında <100 kob/g olan mikrobiyal gelişimin, 4. ve 6. ayda bazı örneklerde artış gösterdiği belirlenmiştir. 4. ayda sadece US uygulanmayan örneklerde maya-küf gelişimi görülmüş ve mayonezlerdeki SSY

içeriği arttıkça mikrobiyal yük azalmıştır. 6. ayda ise DM0 dışındaki örneklerde toplam bakteri ve maya-küf sayıları <100 kob/g olarak belirlenmiştir.

+4 °C’de 6 ay depolanan mayonez örneklerinin emülsiyon stabilite (%) değerleri Tablo 3.10.’da gösterilmiş olup, sadece 6. ay değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Tablo 3.10. Düşük yağlı mayonez örneklerinin emülsiyon stabilitesi (%)

Mayonezler	2.AY	4.AY	6.AY
DM0	99.94±0.00 ^a	99.94±0.00 ^a	99.84±0.04 ^c
DM10	100.00±0.00 ^a	99.94±0.09 ^a	100.00±0.00 ^a
DM20	99.97±0.05 ^a	99.97±0.05 ^a	100.00±0.00 ^a
US-DM0	99.91±0.04 ^a	99.97±0.05 ^a	99.90±0.05 ^{bc}
US-DM10	99.97±0.04 ^a	99.97±0.05 ^a	100.00±0.00 ^a
US-DM20	99.97±0.05 ^a	99.93±0.00 ^a	99.97±0.05 ^{ab}

a-c: Belirtilen parametrelerde düşük yağlı mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

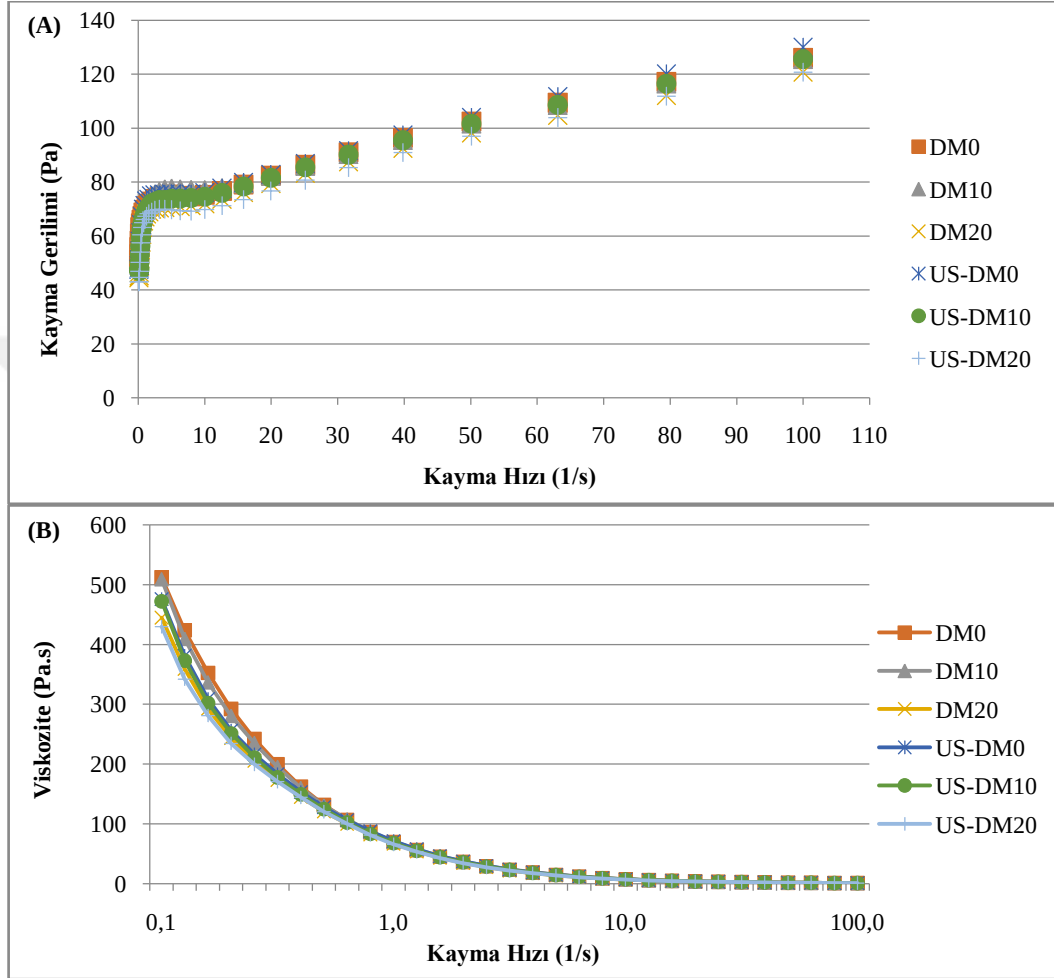
Reolojik ölçümleri yapılan düşük yağlı mayonez örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi ve viskozite değerleri Şekil 3.13.’te gösterilmiştir. Tüm örneklerin kaymayla azalan akış özelliği (psödoplastik) gösterdiği ($n<1$), kayma hızı arttıkça mayonezlerin viskozitesinin azaldığı tespit edilmiştir.

25 °C’de mayonez örneklerinin kayma gerilimi ve kayma hızı verileri farklı modellere göre incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre regrasyon katsayıları (R^2) Sisko modelde 0.9994-0.9998; Moore modelde 0.9965-0.9996; Power law modelde 0.9449-0.9605 ve Herschel– Bulkley modelde 0.9526-0.9701 değerleri arasında değiştiği görülmüş olup, regrasyon katsayısı bakımından en uygun modelin Sisko model olduğu belirlenmiştir. Tablo 3.11.’de Sisko modele ait K (kıvam indeksi), n (akış davranış indeksi), R^2 (determinasyon katsayısı) ile Herschel–Bulkley modeline ait τ_0 (akma gerilimi), K (kıvam indeksi), n (akış davranış indeksi) ve R^2 (determinasyon katsayısı) parametreleri verilmiştir. Örneklerin model parametreleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. HB modele ait denklem (3.1) eşitliğinde gösterilmiştir. Sisko model ise (3.2) eşitlikte verilmiştir.

$$\eta_a = \eta_{\infty} + K_s \dot{\gamma}^{n_s-1} \quad (3.2)$$

Eşitlikte $\eta_a = (\sigma/\dot{\gamma})$ olup görünür viskoziteyi (Pa.s) ifade etmektedir. K, η_{∞} , $\dot{\gamma}$, n ve σ ise sırasıyla; tutarlılık indeksi, sonsuz kayma hızı viskozitesi, kayma

hızı, akış davranış indeksi ve akma gerilimidir. Sisko modeli Newtonien bir bileşen içeren genelleştirilmiş bir Power Law model olarak düşünülebilir. Sisko modeline uyan bir sıvı $n_s=1$ ve $K_s=0$ olursa Newton davranışa yaklaşacaktır (Nindo vd., 2007).



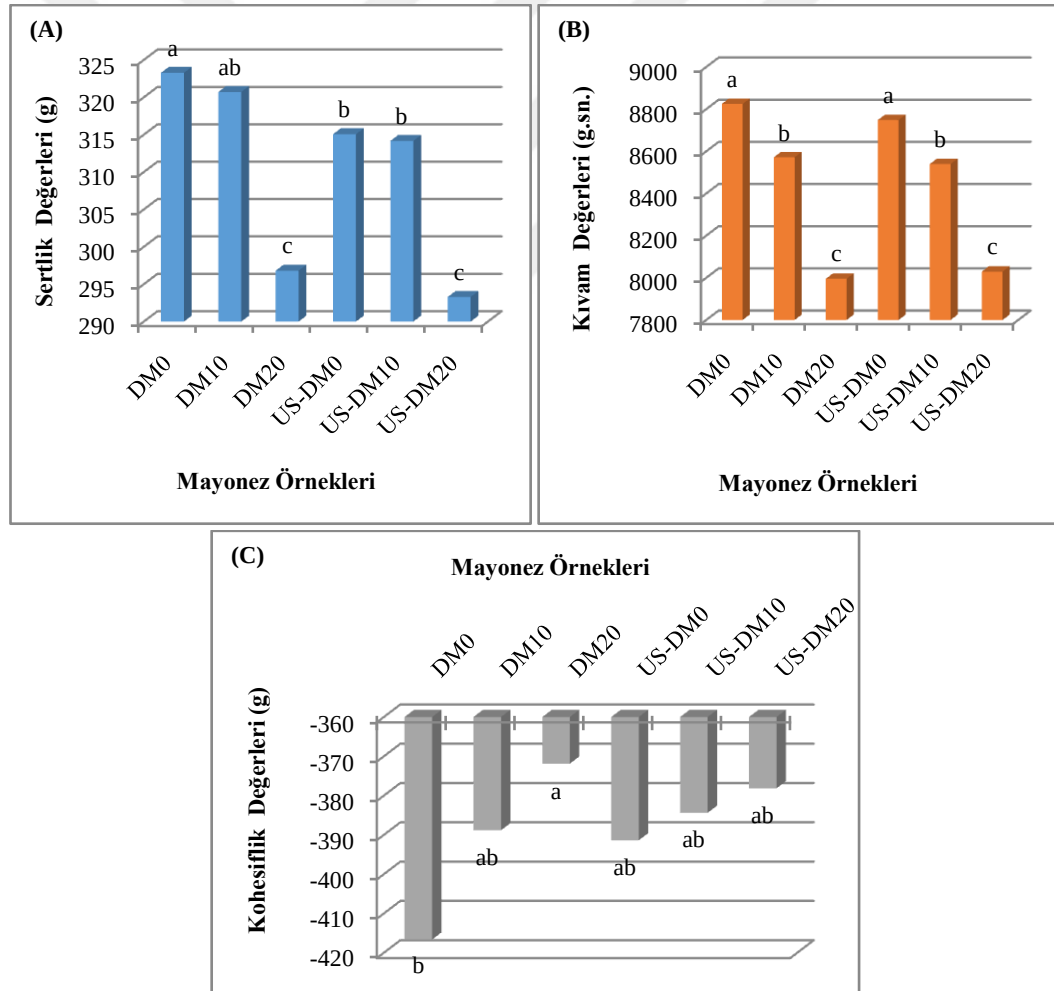
Şekil 3.13. Düşük yağlı mayonez örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi (A) ve viskozite (B) değerleri

Sisko modelde kıvam indeksi mayonezdeki SSY artışı ile azalmış, US uygulanan örneklerde uygulanmayanlara göre genellikle daha düşük bulunmuştur. HB modelde ise tam tersi bir durum gerçekleşmiş, SSY artışı ile kıvam indeksi artmış ve US uygulanan örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Her iki modelde de akış davranış indeksi artan SSY ile azalmış, US uygulananlar çoğunlukla daha düşük tespit edilmiştir.

Tablo 3.11. Düşük yağlı mayonez örneklerinin model parametreleri

Mayonezler	Sisko Model			Herschel Bulkley Model			
	n (Akış Davranış İndeksi)	K (Kıvam İndeksi)	R ²	τ (Akma Gerilimi)	K (Kıvam İndeksi)	n (Akış Davranış İndeksi)	R ²
DM0	0.85±0.01 ^a	75.42±0.16 ^a	0.9998	58.60±0.02 ^a	7.62±0.00 ^c	0.46±0.02 ^a	0.9701
DM10	0.84±0.02 ^{ab}	73.68±1.00 ^a	0.9998	56.08±1.63 ^{ab}	9.80±1.68 ^{bc}	0.41±0.03 ^{ab}	0.9659
DM20	0.81±0.01 ^{abc}	67.59±1.41 ^{bc}	0.9997	45.98±0.21 ^c	13.83±0.31 ^a	0.34±0.02 ^b	0.9612
US-DM0	0.80±0.02 ^c	69.40±1.35 ^b	0.9996	52.25±4.20 ^b	12.68±0.45 ^{ab}	0.37±0.01 ^b	0.9559
US-DM10	0.80±0.01 ^{bc}	66.17±0.67 ^c	0.9994	47.13±0.81 ^c	11.41±0.59 ^{ab}	0.38±0.00 ^b	0.9526
US-DM20	0.83±0.02 ^{abc}	67.84±0.62 ^{bc}	0.9995	46.45±2.28 ^c	14.71±3.15 ^a	0.36±0.06 ^b	0.9652

a-c: Belirtilen parametrelerde düşük yağlı mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).



Şekil 3.14. Düşük yağlı mayonez örneklerinin sertlik (A), kıvam (B) ve kohesiflik (C) değerleri

Mayonezlerin tekstürel ölçümlerine ait sertlik, kıvam ve kohesiflik değerleri Şekil 3.14.'te sırasıyla verilmiştir. Mayonezlerin tekstürel parametreleri arasındaki değişimler önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

3.4 Meyve/Sebze Unlu Mayonez

Meyve/Sebze unlu mayonez yapımında kullanılan yağlarda yapılan bazı analizlerin sonuçları Tablo 3.12.'de verilmiştir.

Tablo 3.12. Meyve/sebze unlu mayonez yapımında kullanılan yağların analiz sonuçları

Analizler	AY	SÇY	SSY
%DPPH	1.00±0.07	9.25±0.11	3.68±0.22
TPC (mg GAE/100g)	3.98±0.20	9.75±0.36	5.83±0.15
%FFA	0.25±0.04	6.98±0.15	2.22±0.04
PV (meq O ₂ /kg yağ)	3.26±0.01	6.51±0.00	1.63±0.00
<i>p</i> -anisidin	0.49±0.03	4.67±0.33	3.89±0.29
K ₂₃₂	4.69±0.00	4.70±0.01	3.46±0.03
K ₂₇₀	3.64±0.01	0.82±0.00	0.86±0.01
Toplam Tokoferol (µg/g)	363.19±28.77	468.22±19.10	397.74±21.83
<i>L</i> *	29.24±0.86	39.38±0.15	29.70±0.18
<i>a</i> *	-0.37±0.07	0.71±0.05	-1.23±0.04
<i>b</i> *	1.65±0.27	3.58±0.06	5.14±0.05
Yağ Asidi Kompozisyonu (%)			
Miristik asit (C14:0)	0.31±0.01	0.33±0.00	0.04±0.00
Palmitik asit (C16:0)	15.12±0.07	14.93±0.04	17.42±0.23
Palmitoleik asit (C16:1)	0.43±0.02	0.50±0.02	0.54±0.00
Stearik asit (C18:0)	9.13±0.06	7.79±0.09	10.79±0.09
Oleik asit (C18:1 n9c)	27.79±0.96	27.79±3.19	35.61±1.04
Linoleik asit (C18:2)	41.34±0.82	42.98±3.35	31.95±1.13
9,11, 13 oktadekatrienoik asit (C18:3)	0.18±0.15	--	--
3-Oksiran oktanoik asit (C19:1)	--	--	--
Aykosanoik asit (C20:0)	1.00±0.00	1.46±0.00	2.01±0.01
cis-13-Aykosenoik asit (C20:1)	0.61±0.00	0.84±0.00	0.78±0.03
cis-11,14-Aykosadienoik asit (C20:2)	--	0.47±0.02	--
Dokosanoik asit (C22:0)	2.85±0.00	1.76±0.00	0.48±0.00
Trikosanoik asit (C23:0)	0.12±0.00	--	0.07±0.00
Tetrakosanoik asit (C24:0)	1.13±0.01	0.76±0.00	0.30±0.00
cis-15-Tetrakosenoik asit (C24:1)	--	0.40±0.00	--

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi en yüksek olan yağ SÇY iken, aynı yağın serbest yağ asidi miktarı da diğerlerine göre fazla bulunmuştur. Lipit oksidasyon değerleri açısından da SÇY yüksek değerlere sahip olsa da tokoferol miktarı da diğerlerine göre fazladır. SSY'nin en düşük PV ve K₂₃₂

değerlerine sahip olması birincil oksidasyon ürünlerinin diğerlerinden düşük olduğunu gösterir. Tüm yağ örneklerinde baskın olan yağ asitleri palmitik, oleik, linoleik ve stearik asit olmuştur. En yüksek L^* ve a^* değerleri SÇY’de, b^* değeri ise SSY’de elde edilmiştir.

Meyve/sebze unlu mayonez yapımında kullanılan unlarda yapılan bazı analizlerin sonuçları Tablo 3.13.’te gösterilmiştir. Sonuçlara göre; havuç unu (HU) daha yüksek antioksidan aktiviteye sahipken bal kabağı ununun (BKU) toplam fenolik madde miktarının daha yüksek olduğu görülmektedir. HU’nun besinsel lif içeriği ile su tutma kapasitesi, su absorpsiyonu ve suda çözünürlüğü de BKU’dan yüksek bulunmuştur. Ayrıca BKU; kül, nem, yağ, protein ve toplam karotenoit miktarlarında HU’ya göre daha farklı değerlere sahip olmuştur.

Tablo 3.13. Meyve/sebze unlu mayonez yapımında kullanılan unların analiz sonuçları

Analizler	Havuç Unu	Bal Kabağı Unu
%Kül	5.67±0.03	6.75±0.10
%Nem	7.37±0.07	9.98±0.03
%Yağ	1.62±0.01	7.63±0.07
%Protein	6.06±0.12	13.37±0.80
%Besinsel Lif	36.30±0.12	31.94±0.25
Toplam Karotenoit Miktarı (β -Karoten μ g/g)	56.11±0.65	79.10±1.03
%DPPH	68.33±1.84	52.67±3.29
TPC (mg GAE/ g)	6.16±0.27	6.53±0.23
Su Tutma Kapasitesi (g/g)	6.09±0.58	5.42±0.43
Yağ Tutma Kapasitesi (g/g)	1.88±0.03	2.17±0.02
Su Absorpsiyon Kapasitesi (g/g)	5.02±0.05	4.35±0.08
Suda Çözünürlük İndeksi (%)	36.78±1.21	27.15±0.81

Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin renk, duyusal analiz, TPC, DPPH değerleri ve toplam tokoferol miktarları ile tokoferol izomerleri miktarları Tablo 3.14.’te gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde genel olarak L^* ve a^* değerleri kontrollere göre düşük iken, b^* değeri yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). ΔE değerlerinin de örneklerin meyve/sebze unu miktarı arttıkça artış gösterdiği belirlenmiştir. Duyusal açıdan en yüksek değerler ksantan gam içeren kontrol örneklerinde (HM0 ve KM0), en düşük değerler ksantan gam içermeyen kontrol örneklerinde (HS0 ve KÇ0) görülmüştür ($p<0.05$). Örneklerdeki meyve/sebze unu miktarı arttıkça duyusal açıdan beğenin azaldığı belirlenmiştir.

Tablo 3.14. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin başlangıç analiz sonuçları

Analizler	HS0	HM0	HM6	HM8	KÇ0	KM0	KM8	KM10
<i>L*</i>	76.15±0.16 ^a	76.54±0.53 ^a	68.05±0.83 ^b	65.66±0.60 ^c	75.31±0.32 ^a	73.61±1.54 ^b	66.76±0.60 ^c	65.98±0.40 ^c
<i>a*</i>	-1.23±0.01 ^d	-1.06±0.06 ^c	-0.63±0.05 ^a	-0.79±0.09 ^b	-1.04±0.03 ^b	-0.79±0.09 ^a	-1.22±0.05 ^d	-1.11±0.05 ^c
<i>b*</i>	15.20±0.10 ^c	12.97±0.13 ^d	18.51±0.32 ^b	19.10±0.36 ^a	15.07±0.10 ^c	12.46±0.42 ^d	21.92±0.37 ^b	23.03±0.14 ^a
ΔE		2.27	8.77	11.20		3.13	10.95	12.26
Görünüm	4.4±0.4 ^c	8.3±0.3 ^a	6.3±0.1 ^b	5.6±0.4 ^b	5.3±0.1 ^c	8.1±0.3 ^a	6.1±0.1 ^b	5.1±0.0 ^c
Renk	6.3±0.2 ^b	8.2±0.1 ^a	6.2±0.1 ^b	5.2±0.3 ^c	7.0±0.0 ^b	8.2±0.4 ^a	5.5±0.1 ^c	4.6±0.1 ^d
Koku	5.0±0.2 ^c	7.4±0.4 ^a	6.6±0.5 ^{ab}	5.7±0.4 ^{bc}	6.0±0.1 ^b	7.4±0.4 ^a	5.9±0.0 ^b	5.2±0.1 ^c
Tat	4.2±0.3 ^d	7.0±0.2 ^a	6.2±0.1 ^b	4.8±0.1 ^c	5.3±0.1 ^c	7.5±0.1 ^a	5.8±0.1 ^b	5.7±0.1 ^{bc}
Tekstür (Kıvam)	3.3±0.1 ^d	8.1±0.1 ^a	6.3±0.0 ^b	5.7±0.3 ^c	2.8±0.1 ^c	7.9±0.1 ^a	6.6±0.1 ^b	6.2±0.3 ^b
Genel Kabul Edilebilirlik	4.5±0.1 ^d	7.4±0.2 ^a	6.1±0.0 ^b	5.3±0.1 ^c	4.9±0.1 ^d	7.6±0.4 ^a	6.2±0.1 ^b	5.6±0.2 ^c
Toplam Tokoferol (mg/kg mayonez)	210.83±0.83 ^b	219.29±1.59 ^a	193.79±3.95 ^d	201.19±0.06 ^c	210.40±5.15 ^{ab}	220.60±0.37 ^a	197.12±5.78 ^b	203.91±5.37 ^b
α -Tokoferol (mg/kg)	220.59±2.70 ^b	233.01±10.85 ^{ab}	251.06±4.78 ^a	242.90±6.04 ^a	207.90±0.15 ^a	229.52±9.24 ^a	218.74±16.94 ^a	229.92±3.13 ^a
γ -Tokoferol (mg/kg)	26.15±0.74 ^c	26.12±0.76 ^c	27.79±0.44 ^a	27.56±0.11 ^{ab}	28.97±0.73 ^a	27.77±1.71 ^a	27.86±3.46 ^a	29.70±2.18 ^a
δ -Tokoferol (mg/kg)	7.53±0.71 ^a	4.83±0.51 ^a	7.57±1.81 ^a	5.56±1.20 ^a	10.83±0.34 ^b	10.70±1.94 ^b	31.96±0.61 ^a	35.62±2.04 ^a
β -Karoten (mg/kg)	40.78±0.10 ^d	44.35±0.65 ^c	49.50±0.01 ^b	56.27±1.23 ^a	41.42±8.56 ^a	47.92±0.63 ^a	39.98±0.17 ^a	39.67±1.18 ^a
TPC (mg GAE/100g)	11.53±0.01 ^c	10.86±0.70 ^c	44.71±1.09 ^b	52.86±1.53 ^a	14.85±0.03 ^c	10.10±0.01 ^c	81.15±2.62 ^b	97.89±2.35 ^a
%DPPH	2.50±0.02 ^c	0.39±0.01 ^d	12.68±0.56 ^b	16.11±0.35 ^a	2.68±0.00 ^c	0.62±0.05 ^d	15.48±0.41 ^b	21.40±0.10 ^a

a-d: Belirtilen parametrelerde aynı meyve/sebze unu içeren mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Mayonez içerisindeki meyve unu miktarı arttıkça TPC ve DPPH miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca BKU içeren örneklerin HU içerenlere göre daha yüksek TPC ve DPPH değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Mayonezlerin toplam tokoferol miktarları (mg/kg mayonez) en yüksek ksantan gam içeren kontrol örneklerinde (HM0 ve KM0) iken, en düşük HM6 ve KM8’de görülmüştür. Mayonezlerin tokoferol izomerlerinden en fazla α -tokoferol içerdiği, HM örneklerinin en az δ -tokoferol, BKM örneklerinin en az γ -tokoferol içerdikleri belirlenmiştir. En fazla α -tokoferol HM6’da, γ -tokoferol ve δ -tokoferol ise KM10’da bulunmuştur. HM örneklerinin β -karoten içeriği kontrollere göre yüksek bulunmuş ve un miktarının artması değerin yükselmesine neden olmuştur ($p<0.05$). Bu sonucun aksine BKM örneklerinin β -karoten değerleri kontrollerden düşük çıkmış ve un miktarının artmasının değer üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Oda sıcaklığında 4 hafta depolanan mayonez örneklerinin ilk ve son haftalarında yapılan PA ve PV sonuçları Tablo 3.15.’te gösterilmektedir. Tüm mayonezlerin başlangıç (0. hafta) PV değerleri ile BKM örneklerinin 0. hafta PA değerleri arasındaki değişimler hariç önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Tablo 3.15. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların peroksit (meq O₂/kg yağ) ve *p*-anisidin değerleri

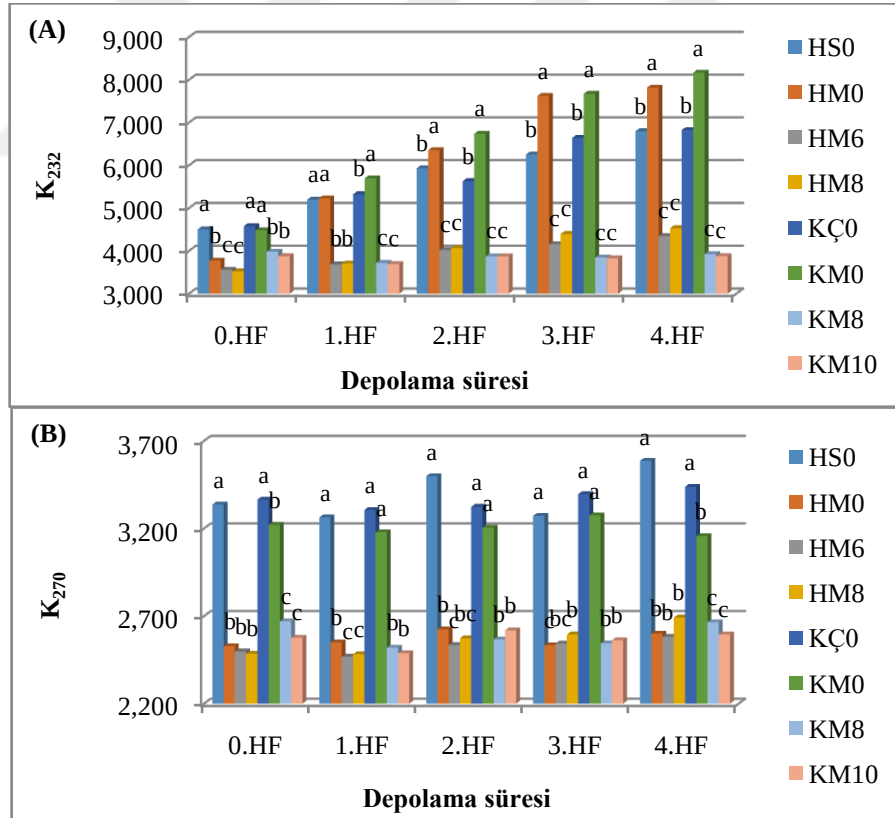
Mayonezler	PV (meq O ₂ /kg yağ)		<i>p</i> -anisidin	
	0.HF	4.HF	0.HF	4.HF
HS0	3.257±0.000 ^a	22.813±0.021 ^b	1.132±0.043 ^d	4.309±0.298 ^a
HM0	3.260±0.001 ^a	35.817±0.011 ^a	2.730±0.066 ^c	4.448±0.286 ^a
HM6	1.629±0.002 ^a	13.023±0.011 ^c	3.682±0.310 ^a	3.780±0.303 ^b
HM8	1.629±0.001 ^a	7.731±0.308 ^d	3.180±0.244 ^b	4.223±0.103 ^a
KÇ0	3.259±0.005 ^a	29.322±0.014 ^b	3.945±0.317 ^a	4.734±0.057 ^b
KM0	3.257±0.003 ^a	33.389±1.625 ^a	3.765±0.230 ^a	5.396±0.008 ^a
KM8	3.260±0.002 ^a	4.887±0.005 ^c	3.779±0.285 ^a	4.102±0.186 ^c
KM10	3.259±0.001 ^a	3.660±0.310 ^c	3.624±0.143 ^a	4.023±0.233 ^c

a-d: Belirtilen parametrelerde aynı meyve/sebze unu içeren mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

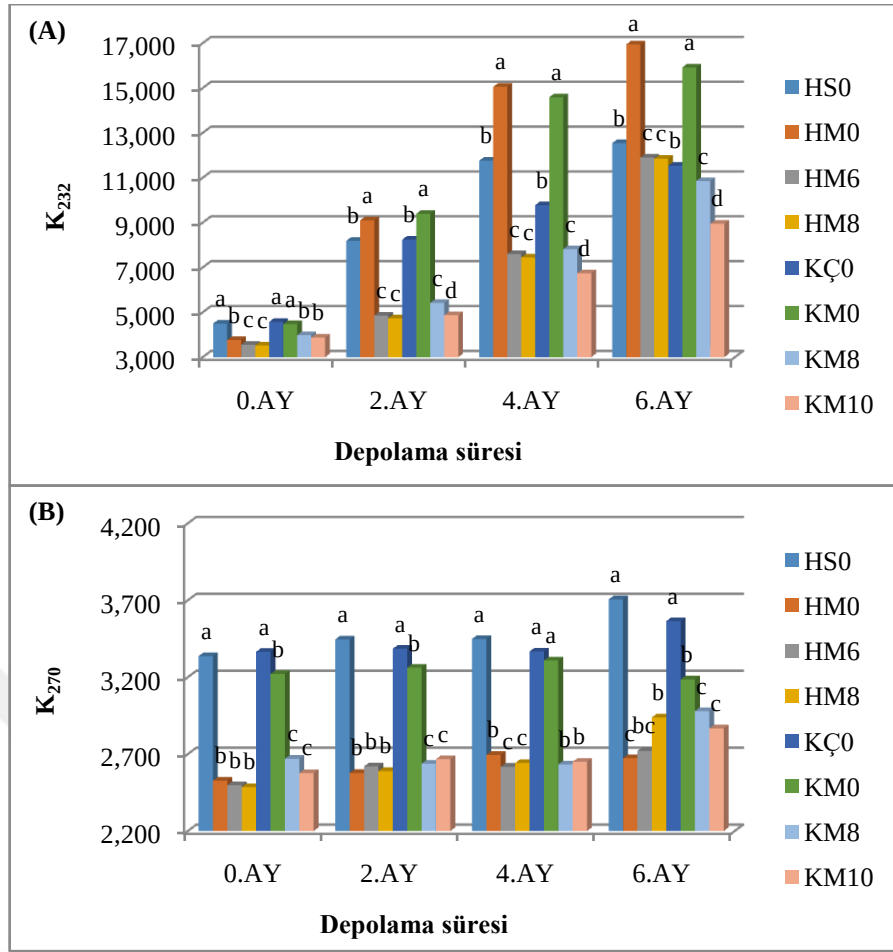
Depolama süresince özellikle kontrol örneklerinin peroksit değerlerinin önemli derecede arttığı, mayonezlere ilave edilen meyve/sebze unu miktarı arttıkça bu artışın daha az olduğu belirlenmiştir. Ayrıca BKU içeren örneklerde

HU içeren örneklerle göre daha düşük PV değerleri elde edilmiştir. *p*-anisidin değerlerinin depolama boyunca arttığı belirlenmiştir. HU içeren mayonezler başlangıçta kontrolden yüksek PA değerlerine sahipken 4. hafta da daha düşük bulunmuştur. BKU içeren örneklerde ise başlangıçta kontrollere yakın değerler bulunmuşken, 4. hafta kontrolden düşük değerler elde edilmiştir.

Oda sıcaklığında ve +4 °C’de depolanan mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların K_{232} ve K_{270} değerleri Şekil 3.15. ve 3.16’da gösterilmektedir. Değerler arasındaki değişim tüm mayonezlerde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince K_{232} değerlerinin arttığı, meyve/sebze unu içeren örneklerde kontrollere göre genellikle daha düşük değerler elde edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca meyve/sebze unu miktarı arttıkça çoğunlukla daha düşük K_{232} değerleri elde edilmiştir. K_{270} değerlerinde depolama boyunca BKU içeren örnekler her iki kontrol örneğinden (KÇ0 ve KM0), HU içeren örnekler yalnızca HS0 kontrol örneğinden oldukça düşük değerlere sahip olmuştur.



Şekil 3.15. Oda sıcaklığında depolanan meyve/sebze unlu mayonez örneklerinden ekstrakte edilen yağların K_{232} (A) ve K_{270} (B) değerleri



Şekil 3.16. +4 °C’de depolanan meyve/sebze unlu mayonez örneklerin ekstrakte edilen yağların K₂₃₂ (A) ve K₂₇₀ (B) değerleri

Mayonez örneklerinde 6 aylık depolama süresince 2 ayda bir toplam bakteri ve maya-küf sayımı yapılmış ve her iki analiz sonucu da <100 kob/g olarak bulunmuştur.

+4 °C’de depolanan mayonez örneklerinin emülsiyon stabilitelerindeki değişim Tablo 3.16.’da gösterilmiştir. HU içeren mayonezlerin 2. ayında örnekler arasındaki fark düşük iken, diğer aylarda fark artmış ($p<0.05$) ve en düşük değer HM8’de görülmüştür. BKU içeren mayonezlerin emülsiyon stabilitesi değerleri arasındaki değişim tüm aylarda önemli ($p<0.05$) bulunmuş ve kontrollere göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Ayrıca meyve/sebze unu miktarı arttıkça mayonezlerin stabilitesi azalmış ve bu azalış BKU içeren örneklerde daha fazla olmuştur.

Tablo 3.16. Depolama süresince meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin emülsiyon stabilitesi (%)

Mayonezler	2.AY	4.AY	6.AY
HS0	99.88±0.00 ^a	99.97±0.04 ^a	99.64±0.23 ^{ab}
HM0	99.91±0.04 ^a	99.97±0.04 ^a	99.94±0.00 ^a
HM6	99.61±0.11 ^b	99.62±0.08 ^{ab}	99.07±0.44 ^b
HM8	99.78±0.13 ^{ab}	99.06±0.40 ^b	98.20±0.25 ^c
KÇ0	99.80±0.19 ^a	99.94±0.18 ^a	99.75±0.00 ^a
KM0	99.87±0.09 ^a	99.50±0.34 ^a	99.72±0.04 ^a
KM8	98.85±0.75 ^a	90.44±0.10 ^b	88.01±1.14 ^b
KM10	96.78±0.63 ^b	88.01±0.06 ^c	84.74±0.23 ^c

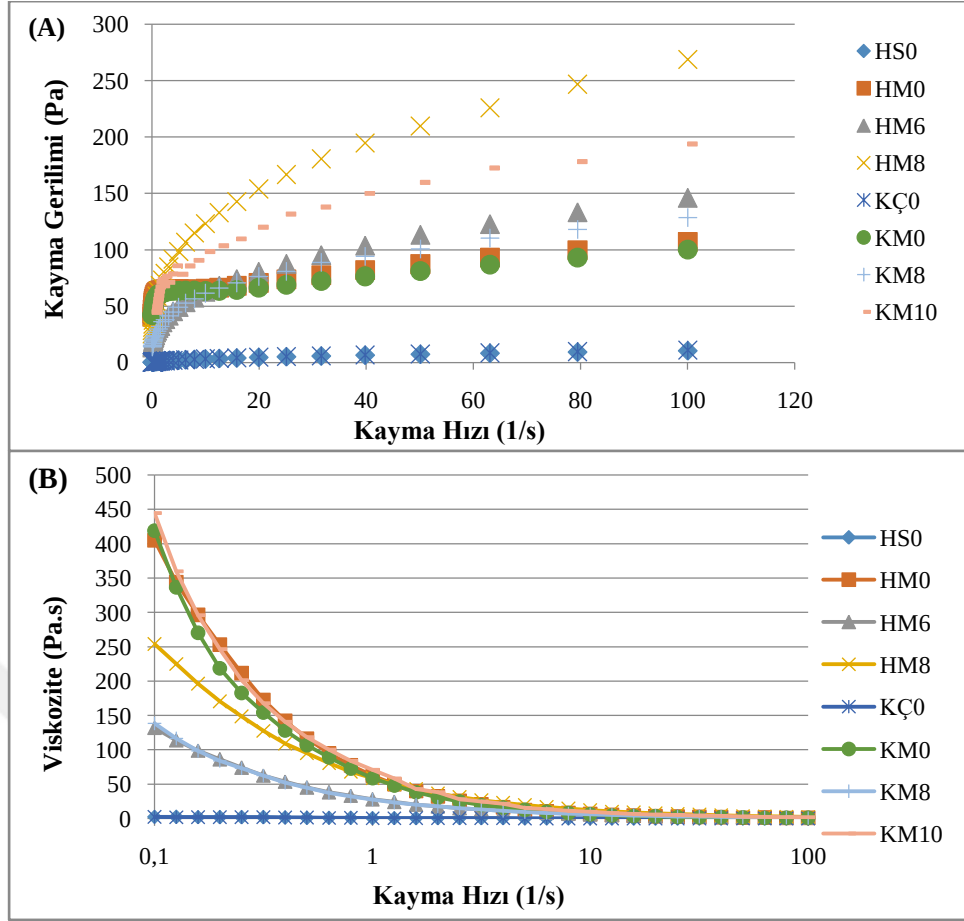
a-c: Belirtilen parametrelerde aynı meyve/sebze unu içeren mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Reolojik ölçümleri yapılan meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi ve viskozite değerleri Şekil 3.17.'de gösterilmiştir. Tüm örneklerin kaymayla azalan akış özelliği (psödoplastik) gösterdiği ($n<1$), kayma hızı arttıkça mayonezlerin viskozitesinin azaldığı tespit edilmiştir.

25 °C'de mayonez örneklerinin kayma gerilimi ve kayma hızı verileri farklı modellere göre belirlenmiş olup, regrasyon katsayıları (R^2) Sisko modelde 0.9963-0.9998; Power Law modelde 0.9520-0.9996 ve Herschel–Bulkley modelde 0.9509-0.9999 değerleri arasında değiştiği görülmüştür. Tablo 3.17.'de Sisko model ve Power Law modele ait K (kıvam indeksi), n (akış davranış indeksi), R^2 (determinasyon katsayısı) ile Herschel–Bulkley modeline ait τ_0 (akma gerilimi), K (kıvam indeksi), n (akış davranış indeksi) ve R^2 (determinasyon katsayısı) parametreleri verilmiştir. Örneklerinin model parametreleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. HB ve Sisko modele ait denklemler sırasıyla (3.1) ve (3.2)'de gösterilmiştir. (3.3)'da ise PL modele ait denklem verilmiştir.

$$\eta = k\dot{\gamma}^{n-1} \quad (3.3)$$

Burada η görünür viskoziteyi (Pa.s), k tutarlılık indeksini (Pa.s ^{n}), $\dot{\gamma}$ kayma hızını (s⁻¹) ve n (boyutsuz) akış davranış indeksini ifade etmektedir (Tiwari vd., 2010).



Şekil 3.17. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin kayma hızına bağlı kayma gerilimi (A) ve viskozite (B) değerleri

HB modelde HU miktarı arttıkça akma gerilimi değerleri benzer iken ($p>0.05$), kıvam indeksi artış göstermiştir ($p<0.05$). BKU arttıkça kıvam indeksi değişimi önemsiz ($p>0.05$) iken, akma gerilimi ve akış davranış indeksi artmıştır ($p<0.05$).

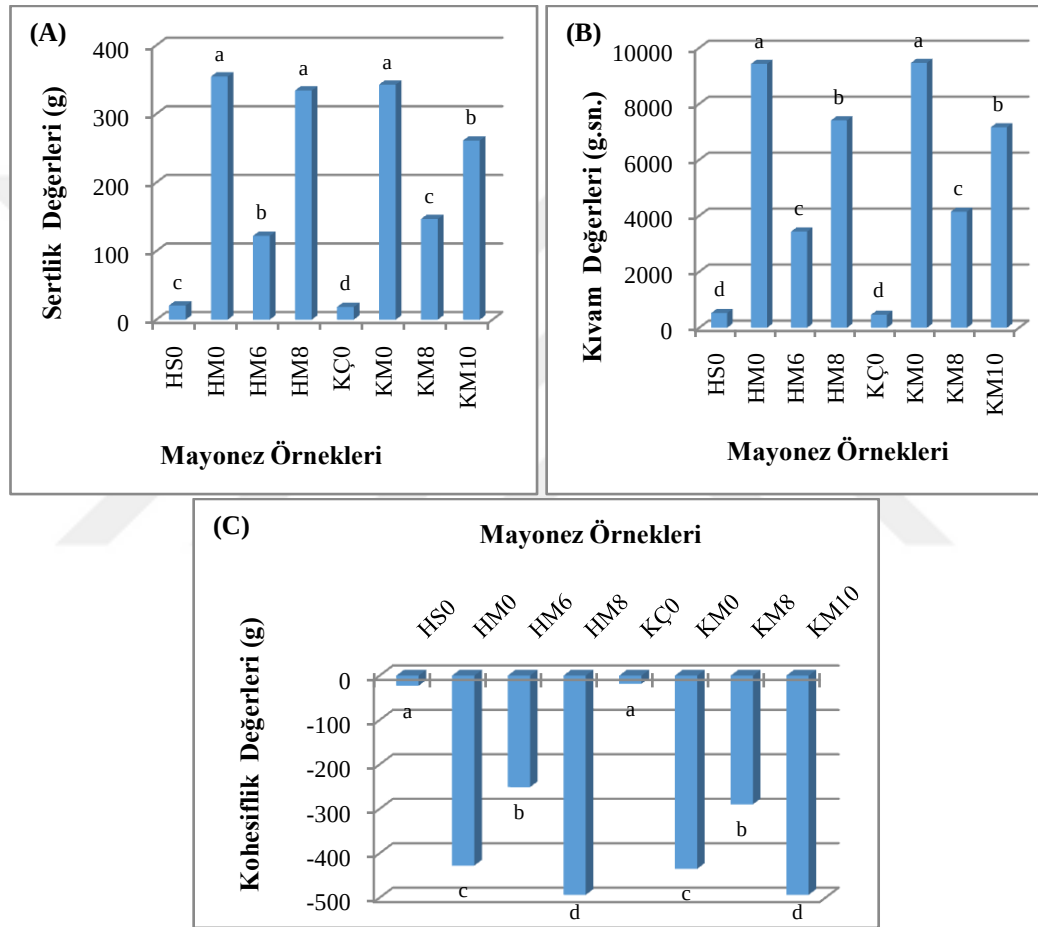
PL ve Sisko modelde her iki mayonez türünde de kıvam indeksi meyve/sebze unu artışına bağlı olarak artış göstermiştir. HM8'in kıvam indeksi HM0'a benzer ($p>0.05$) bulunmuşken KM10, KM0'dan yüksek kıvam indeksine sahip olmuştur ($p<0.05$).

Tablo 3.17. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin model parametreleri

Mayonezler	Herschel Bulkley Model				Power Law Model			Sisko Model		
	τ (Akma Gerilimi)	K (Kıvam İndeksi)	n (Akış Davranış İndeksi)	R ²	K (Kıvam İndeksi)	n (Akış Davranış İndeksi)	R ²	K (Kıvam İndeksi)	n (Akış Davranış İndeksi)	R ²
HS0	-0.03±0.02 ^c	1.27±0.05 ^d	0.50±0.04 ^a	0.9998	1.26±0.02 ^c	0.49±0.04 ^a	0.9987	1.46±0.06 ^c	0.54±0.01 ^c	0.9987
HM0	51.56±1.90 ^a	7.23±1.05 ^c	0.44±0.01 ^{ab}	0.9547	61.29±1.74 ^a	0.10±0.00 ^c	0.9520	69.62±4.13 ^a	0.81±0.02 ^a	0.9996
HM6	5.25±0.39 ^b	24.42±0.04 ^b	0.39±0.01 ^{bc}	0.9999	30.00±1.64 ^b	0.34±0.01 ^b	0.9994	27.56±2.26 ^b	0.73±0.04 ^b	0.9997
HM8	5.12±0.02 ^b	56.85±1.44 ^a	0.34±0.01 ^c	0.9999	62.65±3.77 ^a	0.32±0.01 ^b	0.9994	63.17±0.52 ^a	0.68±0.00 ^b	0.9998
KÇ0	0.01±0.01 ^c	0.98±0.07 ^c	0.53±0.02 ^a	0.9999	1.00±0.07 ^d	0.52±0.02 ^a	0.9984	1.17±0.01 ^d	0.41±0.02 ^c	0.9963
KM0	40.61±0.50 ^a	16.45±1.53 ^b	0.28±0.00 ^c	0.9509	57.52±1.32 ^b	0.10±0.01 ^d	0.9528	60.64±5.11 ^b	0.85±0.01 ^a	0.9994
KM8	27.51±1.97 ^b	21.66±0.64 ^a	0.33±0.00 ^c	0.9939	30.13±2.40 ^c	0.32±0.01 ^b	0.9996	34.89±2.07 ^c	0.77±0.04 ^b	0.9997
KM10	39.16±1.19 ^a	24.17±1.21 ^a	0.42±0.04 ^b	0.9941	66.52±0.06 ^a	0.21±0.01 ^c	0.9956	77.88±3.22 ^a	0.83±0.01 ^{ab}	0.9996

a-d: Belirtilen parametrelerde aynı meyve/sebze unu içeren mayonezler arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Meyve/sebze unlu mayonezlerin tekstürel ölçümleri yapılmış ve Şekil 3.18.'de sırasıyla sertlik, kıvam ve kohesiflik değerleri verilmiştir ($p<0.05$). En yüksek sertlik ve kıvam değerleri ksantan gam içeren kontrol örneklerinde (HM0 ve KM0) iken, bu değerlere yakın olan meyve/sebze unlu mayonezler HM8 ve KM10 olmuştur. Bu durumun tam tersi etki kohesiflik değerlerinde görülmüş ve en düşük değerler yüksek meyve/sebze unlu mayonezlerde (HM8 ve KM10) iken, HM0 ve KM0 değerleri onlara daha yakın bulunmuştur.



Şekil 3.18. Meyve/sebze unlu mayonez örneklerinin sertlik (A), kıvam (B) ve kohesiflik (C) değerleri

4. TARTIŞMA

4.1 Yağlar

Mayonez yapımında kullanılan yağlar arasında SAY'ın toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin en fazla olduğu belirlenmiştir. FFA içeriği en yüksek yağ ise SÇY olmuştur. Kheirati Rounizi vd. (2021), geleneksel ve sızma susam yağlarının FFA içeriklerini sırasıyla oleik asit cinsinden %2.09 ve %1.84 olarak bildirmişlerdir. Choudhury vd. (2023) ise farklı ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen çörek otu yağlarının FFA içeriklerinin %6.04-8.45 arasında değiştiğini raporlamışlardır. Bu bulgular, elde ettiğimiz sonuçlarla uyumludur.

Genel olarak oksidasyon analiz sonuçları değerlendirildiğinde, SSY analiz edilen yağlar arasında en iyi oksidatif kararlılığa sahip olarak görünürken, SÇY en yüksek oksidasyon seviyesini göstermektedir.

Tokoferol izomerleri sonuçları ile benzer şekilde, Huang vd. (2023), SSY'nin öncelikle 634.86 mg/kg konsantrasyonda γ -tokoferol içerdiğini, α -, β - ve δ -tokoferollerin ise tespit edilebilir düzeylerin altında olduğunu bildirmişlerdir. Arab vd. (2022), susam tohumu yağının antioksidan aktivitesinin doğal antioksidanlarla, özellikle γ -tokoferol (23-26 mg/100 g), sesamol, sesamolin (147-202 mg/100 g) veya sesamin (344-393 mg/100 g) gibi lignanlarla ve kavurma koşullarına bağlı olarak toplam fenolik (152-193 mg/100 g) ve toplam sterol içeriğiyle (740-862 mg/100 g) ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Huang vd. (2021), soğuk pres susam tohumu yağının γ -tokoferol, sesamin ve sesamolin içeriğinin sırasıyla 720, 80107 ve 3737 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kavurma işleminin, yağın ekstraksiyon verimini, lignan konsantrasyonunu ve antioksidan aktivitesini arttırdığı belirtilmiştir (Huang vd., 2021; Arab vd., 2022). Bu çalışmadaki susam tohumu yağı, susam tohumları kavrulmadan elde edilmiştir. Aradaki fark öncelikle bu işlemde kaynaklanmaktadır. Yağ ekstraksiyonu sırasında daha yüksek basınç ve sıcaklıkların uygulanması, tohumlardan daha fazla fenolik bileşiğin salınmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, diğer ekstraksiyon işlemleriyle karşılaştırıldığında, soğuk pres yağlar genellikle daha düşük toplam fenolik madde seviyelerine sahiptir (Günç Ergönül ve Aksoylu Özbek, 2018).

SAY'ın önemli düzeylerde α -tokoferol (461.12 ± 7.51 mg/kg) ve β -karoten (81.79 ± 0.94 mg/kg) içerdiği ancak γ -tokoferol içermediği tespit edilmiştir. Günç

Ergönül ve Aksoylu Özbek (2018), SAY'ın antioksidan özelliklerinin α -tokoferol (112.67 ve 131.84 mg/100 g) ve fenolik bileşiklerden, özellikle de toplam fenolik içeriği 72.20–525.30 mg GAE/kg yağ ve toplam sterol içeriği 221-300 mg/100 g yağ olan luteolin ve apigenin'den kaynaklandığını bildirmişlerdir. SAY'da β -sitosterol %49.93, stigmasterol %6.63, kampesterol %11.07, Δ -7-stigmastenol %17.78, Δ -5-avenasterol %2.30 ve Δ -7-avenasterol %4.40 oranında belirlenmiştir. Bu çalışmada, Chakradhari vd. (2020) ile Günç Ergönül ve Aksoylu Özbek (2018)'te olduğu gibi, β -sitosterol'ün baskın sterol olduğu bulunmuştur. Ayrıca 100 g aspir yağında 274.3 mg toplam sterol, 55.2 mg α -tokoferol, 0.50 mg toplam karotenoit (çoğunlukla zeaksantin) bulunduğu bildirilmiştir. Uçucu bileşikler arasında paeonol, α -asaron, β -asaron, 1-metil-4-(2-propenil)-benzen, dietil-benzen, asetoin, metil benzen, hekzanal, p-ksilen, heptanal ve 2-oktenal tespit edilmiştir (Günç Ergönül ve Aksoylu Özbek, 2020).

SÇY, belirgin α -tokoferol (225.48 ± 60.30 mg/kg) ve β -karoten (76.15 ± 1.87 mg/kg) seviyelerine sahip iken, sterol kompozisyonu β -sitosterol %47.81, brassikasterol %0.08, stigmasterol %6.69, kampesterol %11.33, Δ -7-stigmastenol %18.79, Δ -5-avenasterol %2.69 ve Δ -7-avenasterol %4.71 şeklinde bulunmuştur. Benzer şekilde, Kiralan vd. (2014) SÇY'nin sırasıyla %14.88, %17.48, %58.05, %7.27, %1.24 ve %1.64 kampesterol, stigmasterol, β -sitosterol, Δ -5-avenasterol, Δ -7-stigmasterol ve Δ -7-avenasterol içerdiğini bildirmişlerdir.

Yaptıkları çalışmalarda Günç Ergönül ve Aksoylu Özbek (2018) SAY'ın toplam fenolik madde miktarını 27.22-52.53 mg GAE/100g; Aydeniz vd. (2014) ise 2616.10 μ g GAE/100g olarak belirlemişlerdir. SÇY'nin toplam fenolik madde miktarını Sadıksoy-Tunçay (2020) 35.56; Kiralan vd. (2014) 3.605 mg GAE/100g olarak tespit etmişlerdir. Susam yağının TPC miktarını Akca ve Akpınar (2021) 20.10, Jasad (2020) 52.29-115.66 mg GAE/100g olarak tespit etmişlerdir. Antioksidan aktivite (DPPH) değeri ile ilgili yapılan çalışmalarda Sadıksoy-Tunçay (2020) SÇY'nin %69.66, Akca ve Akpınar (2021) SSY'nin %27.89 oranında antioksidan aktivite sergilediğini bildirmişlerdir. Toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivitesi, bitkinin çeşidi, yetiştiği coğrafik bölge, iklim, hasat sırasındaki olgunluk ile depolama ve hasat öncesi ve sonrası işlemlerden etkilenmektedir (Günç Ergönül ve Aksoylu Özbek, 2018). Ayrıca, literatürde antioksidan aktivitenin belirlenmesi için farklı yöntemler olması, değerlerin birbirleriyle karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır. Çünkü aynı yöntem kullanılsa

bile oluşan radikal miktarı, son nokta belirleme ve reaksiyon süresi gibi parametrelerde değişim olabilir.

GC sonuçlarına göre, soğuk pres yağlardaki en baskın yağ asitleri sırasıyla linoleik, oleik, palmitik ve stearik asit olarak belirlenmiş olup, bu sonuçlar Kheirati Rounizi vd. (2021), Suri vd. (2023) ve Tarasevičienė vd. (2023) tarafından elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Rafine ayçiçek yağı, SAY, SCY ve SSY'nin, tokoferol ve fenolik içeriğinin antioksidan özellikleri ve oksidatif stabiliteyi önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır. α -tokoferol ve β -karoten açısından zengin olan rafine ayçiçek yağı, güçlü antioksidan aktivite sergilemekte, ancak daha düşük toplam fenolik içerik göstermektedir. SSY, daha düşük fenolik içerik ve DPPH aktivitesine sahip olmasına rağmen, yüksek γ -tokoferolüne atfedilen en iyi oksidatif stabiliteyi sergilemektedir. SAM, antioksidan aktivitesini artıran yüksek fenolik içeriğe ve tokoferollere sahip bulunmuştur. Fenolik ve antioksidan aktivite açısından yüksek olmasına rağmen SCY, en yüksek oksidasyon seviyelerini göstermektedir.

4.2 Tam Yağlı Mayonez

Mayonez içeriğine katılan farklı yağ veya katkı maddeleri ile renk değerlerinin değişiklik gösterdiği ile ilgili literatürde örnekler mevcuttur. Susam protein konsantresi ilaveli mayonez örneklerinin maksimum L^* , a^* , b^* değerleri sırasıyla 76.75, 2.22, 13.41 (Çiftçi, 2018); moringa yaprağı ekstresi katılan mayonez örneklerinin 83.073, -2.516, 17.197 (Abd El-Rahman vd., 2020); yağ içeriğinin %20'si çörek otu yağı olan mayonez örneklerinin 56.78, -1.54, 22.68 (Ozdemir vd., 2018) olarak belirlenmiştir. Metri-Ojeda vd. (2020) ise standart, vegan ve chia tohumlu mayonez örneklerinin L^* , a^* , b^* değerlerini sırasıyla 69.20-78.56, -1.01-(-4.06), 12.15-19.70 değerleri arasında bulmuşlardır. Mayonez içeriğine katılan farklı yağ veya katkı maddeleri ile renk değerlerinin değişiklik gösterdiği incelenen örneklerle anlaşılmaktadır. Hatta aynı yağ içeren mayonezler de bile renk değerleri değişiklik gösterebilmektedir. Bu durumun; yağların üretimi sırasında (işlenmesi, rafinasyonu) işlem parametrelerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mayonezlerdeki SPY değişimi ile duyuşal özellikleri arasında düzenli bir değişim olmadığı saptanmıştır. Ayrıca SSM örneklerinin duyuşal özelliklerinin diğer mayonezlerinkine göre daha düşük olduğu görölmektedir. %5-25 oranlarında susam protein konsantresi ilave edilmiş mayonezlerin duyuşal analizi

sonucunda lezzet, kıvam ve genel kabul edilebilirlik susam protein konsantrasyonu arttıkça azalmıştır (%5 için 7 iken, %25 için 4). Panelistlerden en yüksek puanı protein konsantresi katılmamış ve %5 oranında susam protein konsantresi içeren mayonez numunelerinin aldığı tespit edilmiştir (Çiftçi, 2018). Thakur vd. (2023), mayoneze %20'den fazla domates çekirdeği yağı eklenmesinin ürünün tadı ve kokusu üzerinde istenmeyen bir etkiye sahip olduğunu, sert ve acı bir tat bıraktığını bildirmişlerdir. Bunun nedeninin domates çekirdeklerinde bulunan acı bir madde olan furostanol saponin olabileceği belirtilmiştir. Mayonezlere ilave edilen moringa yaprağı ekstresi oranı arttıkça mayonezlerin tat, lezzet, kıvam değerlerinin azaldığı görülmüştür (Abd El-Rahman vd., 2020). Lezzet açısından genel kabul edilebilirlik standart mayonezde (6.917) chia yağlı mayonezden (4.125) daha yüksek bulunmuştur (Metri-Ojeda vd., 2020). Çörek otu yağı içeren mayonez örneklerinin koku, tat ve genel kabul edilebilirliği çörek otu yağı oranı arttıkça azalmıştır (Ozdemir vd., 2018).

Yapılan diğer çalışmalarda da görüldüğü gibi, ürünün besin değerinin yükseltilmesi, raf ömrünün uzatılması vb. nedenlerle ilave edilen maddelerin oranlarının arttırılması duyuşal açıdan olumsuzluk oluşturabilmektedir. Bu nedenle ilave edilen maddenin diğer etkileri de göz önünde bulundurularak duyuşal açıdan optimum oranlar belirlenmelidir.

Mayonezlerin TPC değerinin yağlarınkinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumda mayonez formülasyonuna katılan diğer bileşiklerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca SAY ve SÇY'nin diğer yağlara göre yüksek TPC içermesi, SAM ve SÇM örneklerinde artan SPY'ye bağlı olarak TPC miktarlarında artışa neden olmuştur. Yapılan korelasyon ile bu örneklerin SPY konsantrasyonu ile TPC ve DPPH değerleri arasındaki ilişkinin anlamlı olması ($p<0.01$) bu durumu desteklemektedir. DPPH değerlerinin ise genel olarak düşük olduğu, mayonez içeriğindeki SPY içeriği artmasına bağlı olarak DPPH değerlerinde de artış olduğu görülmektedir.

Chatterjee ve Bhattacharjee (2015) de karanfilden ekstrakte ettikleri öjenol ile formüle ettikleri mayonezin TPC değerini (1.89), market mayonezinden (0.49 mg GAE/g) yüksek bulmuştur. Fenolik bileşikler bir veya birden fazla hidroksil grubu taşıyan aromatik yapıda ikincil metabolitlerdir. Gıdaların renk ve aroma oluşumuna katkı sağlar ve aynı zamanda yüksek antioksidan özelliklerinden

dolayı diyabet, kanser ve kronik hastalıkları önleyici rol oynamaktadır (Jasad, 2020).

Antioksidan aktivite tayin metotlarında, oluşturulan radikal, son nokta tayini ve reaksiyon süresi gibi parametrelerin metotlara göre değişiklik göstermesi nedeniyle farklı metotlardan elde edilen değerlerin birbiriyle kıyaslanması zordur. Aynı prensiple çalışan metotlarda bile antioksidanlara verilen tepkiler veya uygulama tekniği bakımından farklılıklar mevcuttur. Radikallerin oluşturulma şekli veya farklı çözgen sistemleri içindeki çözünürlükleri de farklılıklara sebep olmaktadır. Antioksidan aktivitesinin, özellikle karışım içinde analiz edilmesi ve değerlendirilmesi, pek çok değişkenin etkili olması sebebiyle oldukça zordur (Fıratlıgil-Durmuş, 2008; Jasad, 2020). Ayrıca, DPPH ile antioksidan bileşik arasındaki reaksiyon kinetiğinin DPPH derişimi ile her zaman doğrusallık göstermediği de bilinmektedir (Jasad, 2020).

Peroksit ve hidroperoksit konsantrasyonu, lipit oksidasyonunun ilk aşamasının bir göstergesi olarak peroksit değeri ile izlenebilir. Yağın aldehit konsantrasyonu (lipit oksidasyonunun ikinci aşaması) *p*-anisidin analizi ile belirlenir; 2-alkenaller ve 2,4-dienaller genellikle hidroperoksit parçalanma ürünleridir (Alizadeh vd., 2019). Örneklerin depolama ile peroksit değerlerinin (PV) arttığı ancak SAM örnekleri arasında farklılık olmadığı, SÇM örneklerinde PV değerinde en yüksek artışın SÇM-0 örneğinde olduğu ve SSM örneklerinde SSY oranı arttıkça PV değerindeki artışın azaldığı tespit edilmiştir.

Moradi vd. (2023), mayoneze kimyon uçucu yağı ve kimyon uçucu yağı nano-emülsiyonunun eklenmesinin, ortam sıcaklığında 3 aylık depolama süresince kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında asitlik ve peroksit değerinde önemli bir azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir. Nishat vd. (2024) mayoneze soğuk pres yöntemiyle elde edilmiş kavun çekirdeği yağı ilavesinin serbest radikal oluşumunu azalttığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Thakur vd. (2023), yumurta bazlı ve yumurtasız mayonezlere domates çekirdeği yağının, El-Deab ve Ghamry (2017) tam yağlı mayoneze rosella tohum yağının eklenmesinin peroksit değeri açısından daha iyi oksidatif stabilite ve depolama stabilitesi gösterdiğini bildirmişlerdir. Biberiye uçucu yağı ilavesi, mayonezlerin PV ve PA'sını kontrol örneklerine kıyasla önemli ölçüde azaltmıştır (Alizadeh vd., 2019).

Tüm mayonez örneklerinde depolama sürecinde PA değerinin arttığı, mayonezlerdeki SPY oranları arttıkça PA değerlerinin azaldığı tespit edilmiş ve

en fazla azalış SAM ve SSM örneklerinde görülmüştür. Ayrıca, aynı konsantrasyonda SPY içeren SSM ve SAM örnekleri benzer PA değerlerine sahip olup, SÇM örneklerinden daha düşük bulunmuştur.

Depolama süresince K_{232} değerleri artış göstermiş, depolama sıcaklığının bu artış üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. SAM örneklerindeki K_{232} değerleri 4. hafta ve 6. ay hariç kontrolden (SAM-0) daha yüksek bulunmuştur. K_{270} değerleri ise depolama boyunca daha yüksek SAY oranında daha düşük tespit edilmiştir. SÇM örneklerinin K_{232} değerleri 2. hafta ve 2. aydan itibaren kontrolden düşük bulunmuş ve SÇY içeriği arttıkça daha düşük değerler elde edilmiştir. 0. hafta ile 2. ayda kontrolden yüksek K_{270} değerine sahip SÇM örnekleri olmuştur. Ancak diğer tüm süreçlerde SÇM örnekleri kontrolden düşük K_{270} değerlerine sahip olmuş ve mayonezdeki SÇY içeriği arttıkça daha düşük değerler elde edilmiştir. 1., 2. ve 4. hafta SSM örneklerinin K_{232} değerleri kontrolden (SSM-0) düşük bulunmuş ve değerler yüksek SSY içeriğine bağlı olarak azalmıştır. Benzer ilişki 2. ve 4. ayda alınan SSM örneklerinde de görülmüştür. SSM-10, SSM-15 ve SSM-20 örneklerinin K_{270} değerleri ise genellikle kontrol ve SSM-5 örneklerinden daha düşük bulunmuş ve daha yüksek SSY içeriğinde daha düşük değerler elde edilmiştir.

SSY'nin AY'a kıyasla daha düşük α -tokoferol konsantrasyonlarına sahip olması artan SSY içeriğine bağlı olarak SSM örneklerinde α -tokoferol seviyelerinin azalmasına neden olmuştur. Ancak susam yağının içerdiği sesamol, sesamolin ve sesamin antioksidanlarının ve tokoferol bileşiklerinin varlığına bağlı olarak, ayçiçek yağına kıyasla oksidasyona daha dirençli olduğu tespit edilmiştir (Ghosh vd., 2019; Sadeghi vd., 2019). Gavahian vd. (2013) ise zenyan (*Carum copticum*) uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça mayonezlerin oksidatif stabilitesinin arttığını ve zenyan uçucu yağının sentetik antioksidanlardan daha etkin olduğunu ifade etmişlerdir.

Oda sıcaklığında ve +4 °C'de depolanan ve aynı miktarda farklı SPY içeren mayonez örneklerinin K_{232} değerleri arasındaki değişimler istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. K_{270} değerleri arasındaki değişim ise çoğunlukla önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Belirtilen periyotlarda alınan örneklerin K_{232} değeri en düşük olanların genellikle SSM örnekleri olduğu tespit edilmiştir.

Mayonezlerin DPPH ve TPC değerleri ile +4 °C'de depolanan mayonezlerden ekstrakte edilen yağın oksidasyon parametreleri (K_{232} ve K_{270})

arasındaki ilişki için Pearson korelasyon katsayıları EK 1'de gösterilmiştir. SSM ve SÇM örnekleri için, SPY konsantrasyonu ile DPPH, 6. ay K_{232} ve K_{270} değerleri arasında anlamlı bir ilişki ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir. 6. ay K_{232} ve K_{270} değerleri ile negatif korelasyonlar ($p<0.01$), konsantrasyon veya DPPH arttıkça örneklerin 6 ay sonra oksidatif stabilite değerlerinin azaldığını göstermektedir.

Hem SAM hem de SÇM'deki bir diğer anlamlı ilişki özellikle konsantrasyon, TPC ve DPPH arasında bulunmuştur ($p<0.01$). 6. ay K_{270} değerleri ile negatif korelasyonlar, daha yüksek SPY konsantrasyonu, TPC ve DPPH'in 6 ay sonra daha düşük oksidatif bozunma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. SÇM örneklerinin DPPH ile başlangıç K_{232} değerleri arasındaki pozitif korelasyon, daha yüksek antioksidan aktivitenin daha yüksek başlangıç oksidatif stabilite ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir.

DPPH, TPC ve oda sıcaklığında depolanan mayonezlerden ekstrakte edilen yağın oksidasyon parametreleri (PA, PV, K_{232} ve K_{270}) arasındaki ilişki için Pearson korelasyon katsayıları EK 2'de gösterilmiştir. SPY konsantrasyonu, DPPH ile güçlü pozitif korelasyona ($p<0.01$) ve başlangıç (0. Hf) PA, 4. hafta K_{232} ve K_{270} değerleri ile negatif korelasyona ($p<0.01$) sahip olmuştur. Dolayısıyla yüksek SPY konsantrasyonları ve başlangıçta artan antioksidan aktivite ile daha düşük PA değerleri elde edilmiştir. Konsantrasyon ve DPPH'nin 4 hafta sonra elde edilen oksidasyon parametreleriyle güçlü negatif ilişkiye sahip olması, daha yüksek antioksidan aktivitenin zamanla konjuge dien ve trienlerin oluşumunu baskıladığını göstermektedir.

Oda sıcaklığında depolanan mayonezlerde soğukta depolananlara göre K_{232} değerlerinin daha hızlı bir şekilde arttığı görülmüştür. Diğer taraftan K_{270} değerlerinin depolama başlangıcına göre farklı zamanlarda azalıp arttığı, yani düzenli bir değişim olmadığı görülmüştür. Soğukta depolanan mayonezlerin CD (%), K_{232} ve K_{270} değerleri oda sıcaklığında depolanan mayonezlere kıyasla yavaş bir artış göstermiştir. Sıcaklık arttıkça, LOOH parçalanması ve yağ otoksidasyonu da artmaktadır. Genel olarak, otoksidasyon oranları sıcaklıktaki her 10 °C artışla iki katına çıkmaktadır. Sonuç olarak, depolama sıcaklığındaki değişiklikler raf ömründe azalmaya neden olacaktır (Mozuraitye vd., 2015).

Mikrobiyal açıdan güvenli olan mayonezlerimiz ile benzer şekilde Than ve Win (2020) tarafından -10 °C'de 1 ay depolama sonunda maya ve küf sayımı yapılmış ve <100 kob/g olarak tespit edilmiştir. Khankeshizadeh vd. (2024) Z.

tenuior L. uçucu yağının, üç aylık depolama sırasında mayonezde sodyum benzoat ve potasyum sorbata benzer patojenik ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalara karşı inhibitör aktivite gösterdiğini; Mansouri vd. (2021) ise, mayonezde *T. daenensis* L. uçucu yağı içeren nanoemülsiyonun sodyum benzoat içerenlerle benzer antibakteriyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Moradi vd. (2023), mayoneze kimyon uçucu yağı ve kimyon uçucu yağı nano-emülsiyonunun eklenmesinin, aside dirençli bakteri ve mantar sayısında kontrole göre önemli bir azalma sağlayarak genel mikrobiyal yükü azalttığını bildirmişlerdir.

SAM ve SSM örneklerinde depolama süresince %99 olan emülsiyon stabilitesinin SÇM örneklerinde %94'e kadar düştüğü görülmektedir. Özellikle SÇY içeriği yüksek örneklerde emülsiyon stabilitesinin düştüğü tespit edilmiştir. Farklı oranlarda pirinç kepeği yağı ve susam yağı kullanılarak yapılan mayonezlerde %40'ın üzerinde susam yağının stabilite oranını azalttığı sonucuna varılmıştır. Yağ damlacıkları arasındaki etkileşimlerin gücü, van der Waals kuvvetlerine bağlıdır. Emülsiyonun kalitesi ise, bu kuvvetler arasındaki doğru dengeye bağlıdır. Çok güçlü bir çekim, damlacıkları bir araya getirerek sulu fazın sıkışmasına ve damlacıkların birleşmesine neden olurken, çok güçlü bir itme ise damlacıkların kolayca birbirlerinin yanından kaymasına neden olur. Susam yağı %40'tan yüksek olduğunda, emülsiyonun düşük viskoziteye sahip olduğu ve yağ damlacıklarının suyun dışarı sızmasına neden olduğu belirtilmiştir (Chetana vd., 2019).

Kayma hızına bağlı olarak SAM örnekleri dışındaki mayonezlerde soğuk pres yağ oranı arttıkça kayma gerilimi ve viskozitenin kademeli olarak azaldığı görülmektedir. Bu nedenle en yüksek kayma gerilimi ve viskozite kontrol örneklerinde (SÇM-0 ve SSM-0) belirlenirken, en düşük ise %20 soğuk pres yağ ilaveli mayonez örneklerinde (SÇM-20 ve SSM-20) belirlenmiştir.

Primacella vd. (2019), Park vd. (2020), Özdemir (2019) ve Komaç (2018) de benzer şekilde HB modeline uygun sonuçlar bulmuşken Rudra vd. (2020) Casson modele, Kumar vd. (2021) ve Chatterjee ve Bhattacharjee (2015) Power Law modele uygun reolojik sonuçlar elde etmişlerdir. Mayonezler arasında en yüksek akma geriliminin (τ_0 değeri) kontrol (SAM-0, SÇM-0 ve SSM-0) örneklerine ait olduğu ve örneklerdeki SPY içeriği arttıkça genellikle azalma gösterdiği belirlenmiştir. Primacella vd. (2019) benzer şekilde kayma gerilimi ve K (Kayma gerilimi:23.1-46.8; K: 30.2-65.2) değerleri elde etmişken, Özdemir

(2019) daha düşük (Kayma gerilimi:6.56-10.62; K:5.87-9.81) değerler elde etmiştir.

Yağ fazı bileşimi, özellikle fenolik bileşikler ve diğer yüzey aktif bileşikler gibi küçük bileşiklerin varlığı ve konsantrasyonu emülsifiye sistemin mekanik özelliklerinin zayıflamasına neden olmaktadır. Bu bileşikler yağ damlacıkları arasındaki çekici kuvvetleri azaltır ve yağ/su arayüzünde rekabetçi etkileşimler oluşturarak daha düşük akma gerilimi (τ_0) ve K değerleri ve daha az viskoz bir mayonez elde edilmesini sağlar (Giacintucci vd., 2016). Yüksek akma gerilimi (τ_0) ve K değerleri, sağlam bir emülsiyon yapısını, yani emülsiyonların ne kadar viskoz olduğunu gösterir (Ozdemir vd., 2018). Yağ damlacıkları, yağ-su emülsiyonlarının gelişimi sırasında viskoelastik davranışlarını gösteren 3 boyutlu bir yapı oluşturmak için sıklıkla floküle olurlar. Van der Waals etkileşimleri ve yağ damlacıkları arasındaki olası sterik ve elektrostatik itmeler damlacık-damlacık etkileşimini belirler. Daha yakın yağ damlacıkları viskoziteyi artırır ve damlacıklar arasındaki daha az temas ve daha fazla itici kuvvet nedeniyle görünür viskozite değerlerini azaltır (Thakur vd., 2023). Thakur vd. (2023), soya fasulyesi yağı içeren mayonezlerin, domates çekirdeği yağı içeren mayonezden daha yüksek viskozite değerlerine sahip olması nedeniyle daha kompakt bir üç boyutlu ağa sahip olduğunu beyan etmişlerdir. Domates çekirdeği yağının soya fasulyesi yağına kıyasla farklı olan yağ asidi bileşimi ve doymamışlık seviyesi, reolojik özellikleri etkilemektedir. Mattia vd. (2015) soya fasulyesi yağının sızma zeytinyağı ile değiştirilmesinin daha düşük görünür viskozite oluşturduğunu belirtmişlerdir. Patil ve Benjakul (2019) farklı yağ türlerinin, sürekli ve dağınık faz arasındaki viskozite oranını değiştirebileceğini bildirmişlerdir.

SAM örnekleri dışındaki mayonezlerde SPY içeriği arttıkça sertlik ve kıvam değerlerinin azaldığı kohesiflik değerlerinin arttığı görülmektedir. Ayçiçek yağı ve zeytinyağı içeren mayonezlerin viskozite ölçümleri karşılaştırıldığında ayçiçek yağı içeren mayonezin tekstürel parametlerinin yüksek olduğu ve zeytinyağı kullanımının fenolik bileşiklerin varlığına ve konsantrasyonuna bağlı olarak ürünlerin sertliğinde ve kıvamında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Giacintucci vd., 2016). Mayonezde polifenol açısından zengin sızma zeytinyağlarının kullanımı kontrole göre daha düşük sertlik ve kıvam değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur (Mattia vd., 2015). Chetana vd. (2019) tarafından susam yağı içeren mayonez örneklerinin kıvam değerlerinin daha düşük olduğu

bildirilmiştir. Bunların aksine hindistan cevizi yağı/balık yağı karışımları ile hazırlanan mayonezlerde artan balık yağı seviyeleri ile sertlik değerlerinde artış olduğu belirtilmiştir (Patil ve Benjakul, 2019).

4.3 Düşük Yağlı Mayonez

Düşük yağlı mayonezlerin renk değerleri incelendiğinde ΔE değerleri artan SSY içeriği ile artmış ve US uygulanan örneklerde uygulanmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak $\Delta E > 5$ olduğunda gözle görülebilir renk değişimi olduğu kabul edilmektedir (Vieira vd., 2023). Dolayısıyla mayonezler arasındaki renk değişimi önemsiz bulunmuştur. Kumar vd. (2021) US genliğindeki artışla birlikte mayonez örneklerinin kontrol örneğine göre beyazlık indeksinin azaldığını, yine US uygulanan örneklerde sonuçlarımızla benzer şekilde sarı renkte azalma olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal açıdan SSY içeriğindeki artış ve US uygulaması tat ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Rojas vd. (2019) mikrokapsüllenmiş farklı yağları (chia tohumu, kabak çekirdeği ve baru yağı) içeren mayonezin duyusal özelliklerinde kontrole göre fark bulamazken, Mattia vd. (2015), mayonezdeki yağa bağlı olarak duyusal özelliklerde farklılık olduğunu belirtmişlerdir.

Mayonez örneklerinin TPC değerlerinin artan SSY içeriği ile düzenli bir değişim göstermediği ancak US uygulanan örneklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). DPPH değerleri ise US uygulanan örneklerde yüksek olduğu gibi SSY artışına bağlı olarak da artış göstermiştir. Yapılan pearson korelasyon testi de SSY konsantrasyonu ile DPPH değerleri arasındaki ilişkinin anlamlı ($p < 0.01$) olduğunu göstermiştir. SSY'nin AY'den daha yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olması mayonezlerde de benzer etkiye neden olmuştur (Tablo 3.1.).

Mayonez örneklerinde depolama sürecinde PV ve PA değerlerinin arttığı, mayonezlerdeki SSY oranları arttıkça PA değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Benzer etki Gülen vd. (2025) tarafından da bildirilmiştir. Ayrıca US uygulanan örneklerin uygulanmayanlara göre daha düşük (US-DM0 hariç) PA değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. DM20 örneğinde olduğu gibi Tavakoli vd. (2021a) US uygulamasının mayonezin PV değerini arttırdığını bildirmiştir. Yüksek basınç uygulanan mayonezlerde de PV ve PA değerlerinin basınç ve bekletme süresindeki artışla arttığı tespit edilmiştir (Sethi vd., 2017).

Depolama süresince US uygulanan örneklerin K_{232} değerleri uygulanmayanlara göre başlangıç (0. Hafta) kontrol örneği (DM0) hariç daha düşük bulunmuştur. +4 °C’de 2 ay depolanan örneklerin K_{232} değerlerinin oda sıcaklığında 4 hafta depolanan örneklerden düşük olması, sıcaklığın oksidasyon hızını arttıran bir etken olduğunu göstermektedir. Depolama süresince K_{270} değerlerinde düzenli bir değişim olmadığı, mayonez içerisindeki SSY miktarının artmasına bağlı olarak K_{270} değerinin azaldığı ve US uygulanan örneklerin kısmen daha düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, US işleminin (20 kHz, 750 W, 20 °C, 5 dk) depolama süresince düşük yağlı mayonezin oksidasyon oranını düşürdüğünü belirten Tavakoli vd. (2021a) ile benzerdir.

US uygulanan ve uygulanmayan mayonezlerin SSY konsantrasyonu, DPPH ve TPC değerleri ile +4 °C’de depolanan mayonezlerden ekstrakte edilen yağın oksidasyon parametreleri (K_{232} ve K_{270}) arasındaki ilişki için Pearson korelasyon katsayıları EK 3’te gösterilmiştir. Mayonezlerdeki SSY konsantrasyonu ile DPPH değerleri arasında pozitif yönlü, başlangıç K_{270} , 6. ay K_{232} ve K_{270} değerleri ile negatif yönlü anlamlı ($p<0.01$) bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, SSY’nin mayonezlerdeki DPPH miktarını arttırırken oksidasyonu da geciktirdiğini göstermektedir. Ayrıca aynı konsantrasyonda SSY içeren mayonezlerin US uygulanan ve uygulanmayan değerleri arasında TPC dışında anlamlı ($p<0.01$) bir ilişki olduğu görülmüştür.

DPPH, TPC ve oda sıcaklığında depolanan mayonezlerden ekstrakte edilen yağın oksidasyon parametreleri (PA, PV, K_{232} ve K_{270}) arasındaki ilişki için Pearson korelasyon katsayıları EK 4’te gösterilmiştir. Mayonezlerdeki SSY konsantrasyonu ile başlangıç ve 4. hafta PA ve K_{270} değerleri arasında bulunan negatif yönlü anlamlı ilişki ($p<0.01$), SSY’nin ikincil oksidasyon ürünlerinin gelişiminin sınırlandığını göstermektedir. US uygulanan ve uygulanmayan mayonezlerin oksidasyon parametreleri (K_{232} ve K_{270}) arasında da anlamlı ($p<0.01$) bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Düşük yağlı mayonezlerde su içeriğinin fazla olması maya-küf gelişimine ortam hazırlamış olsa da bakteri oluşumunun da görülmesi üretim sırasındaki hijyen eksikliği olduğunu düşündürmektedir. Buna rağmen, US uygulamasının mikrobiyal gelişimi engellediği, SSY’nin mayonezde antimikrobiyal etki gösterdiği sonuçlardan anlaşılmaktadır. Susam yağının antimikrobiyal etkisi Sallam vd. (2021) tarafından et ürünlerinde denenmiş ve hem susam yağının hem

de sesamolün et ürünlerinin mikrobiyal kalitesini arttırabileceği sonucuna varılmıştır. Tavakoli vd., (2021b) ise mayonez örneklerine US uygulamanın (20 kHz, 750 W, 5 dk) mikroorganizma yükünü azalttığını belirtmişlerdir. Ayrıca US kullanılarak sodyum benzoat ve potasyum sorbatsız mayonez üretmenin mümkün olduğunu öne sürmüşlerdir. Than ve Win (2020), farklı stabilizatör kullanımı (ksantan gam ve sodyum karboksimetil selüloz) araştırdığı düşük yağlı mayonezlerde, 1 ay buzdolabında depolama sonunda maya ve küf sayısını <100 kob/g olarak belirlemiştir. Teneva vd. (2021) mayonez içerisindeki farklı uçucu yağların mikroorganizmalara karşı güçlü antimikrobiyal etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Akdemir Evrendilek vd. (2022) ketçap üretiminde uygulanan US'in başlangıç laktik asit bakteri sayılarını ve maya-küf sayısını önemli miktarda azalttığını belirtmiştir. US ile işlenen avokado posası ve yağı içeren mayonezlerin maya-küf ve aerobik mezofiller açısından standartlara uygun olduğu belirtilmiştir (Guzman-Geronimo vd., 2022).

Depolama süresince mayonez örneklerinin en düşük %99.84 (DM0) değerinde emülsiyon stabilitesine sahip olduğu dolayısıyla 6 ay boyunca stabil kalabildiği belirlenmiştir. Avokado posa ve yağı içeren düşük yağlı mayonez hazırlamak için %0.35 oranında ksantan gam kullanılmış ve görsel değerlendirmeye göre depolama sırasında faz ayrımı göstermediği görülmüştür (Guzman-Geronimo vd., 2022). Kumar vd. (2021), %0.5 oranındaki ksantan zamlının, ultrasonla (20 kHz, 500W) işlenen mayonez emülsiyonunun stabilitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve piyasa örneğinden daha yüksek stabilitede olduğunu bildirmiştir. Tavakoli vd. (2021a) ise ultrasonikasyon (20 kHz ve 750 W) uygulamasının düşük yağlı mayonezin (%0.2 ksantan, %0.5 guar gam içeren) stabilitesini artırdığını tespit etmişlerdir.

Düşük yağlı mayonez örneklerinin kayma hızı boyunca viskozite değerleri 512.15-429.55 değerlerinden 1.30-1.21 değerlerine kadar azalmıştır. Düşük kayma hızında viskozite değeri en yüksek DM0 örneğinde olsa da mayonezlerin hem kayma gerilimi hem de viskozite değerleri birbirine çok yakın seyretmiştir. US uygulamasının veya mayonez içerisindeki SSY oranının viskozite üzerinde düzenli bir değişim oluşturmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun, mayonez formülasyonunda bulunan dirençli yapıdaki ksantan gamdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca 100 W ve 3 dk süresi ile uygulanan US uygulamasının özellikle sıcaklık artmasına bağlı bir yapısal bozulma oluşturmamış olması da

etkili olabilir. Ultrasonikasyona sürekli maruz kalma, üründe kayda değer bir ısınmaya neden olur. Ürünlerin uzun süre ultrasonikasyona maruz kalması, gıda matrisinde proteinlerin denatürasyonu, lipidlerin oksidasyonu ve polisakkaritlerin depolimerizasyonu gibi kimyasal ve fiziksel bozulmalara yol açar (McClements, 2016a,b).

Gamların varlığı, yağ damlacıklarını yakalayan, hareketlerini yavaşlatan ve viskoziteyi artıran jel benzeri bir yapı oluşturabilir (Amin vd., 2014). Ksantan gam geniş bir sıcaklık aralığında yapısal bir stabilite gösterir (Kaltsa vd., 2014). Ksantan gamın yüksek moleküler ağırlığı ve hidrojen bağı yoluyla agregat oluşumu, çözeltilerinin yüksek viskozite sergilemesinin nedenleridir (Rahmati vd., 2015).

US uygulamasının viskozite üzerindeki etkisi polisakkaritin türüne ve konsantrasyonuna da bağlıdır. Bu nedenle, US'nin çözeltinin viskozitesi üzerindeki etkisine ilişkin sonuçlar farklılıklar göstermektedir (Kaltsa vd., 2014). Kumar vd. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada farklı gam içeren mayonezlere farklı genliklerde 500 W, 12 dk US uygulaması yapılmış ve ksantan gam içeren örneklerin viskozitesinde daha az değişiklik olduğu görülmüştür. Bu durumun, ksantan gamın değişikliğe dirençli dallanmış moleküler yapısından kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Tiwari vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise guar ve pektin dispersiyonlarının reolojik özelliklerindeki değişiklikler, ksantan dispersiyonlarından önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Kıvam arttırıcı ilavesi, soya fasulyesi yağı ile ikame edilmiş mayonezin görünür viskozitesini arttırmış ve ksantan gamın koyulaştırıcı etkisi, pektin ve modifiye nişastanınkinden daha yüksek bulunmuştur (Wang vd., 2022).

Literatürde mayonezin akış davranışını modellemek için genellikle HB (Kaltsa vd., 2014; Kumar vd., 2021; Blok vd., 2023), PL (Kaltsa vd., 2014; Chatterjee ve Bhattacharjee, 2015; Chetana vd., 2019; Kumar vd., 2021; Blok vd., 2023), Carreau (Kumar vd., 2021) ve Casson (Park vd., 2020; Kumar vd., 2021) modelleri kullanılmıştır. Ancak bu çalışmada Sisko modele de uygunluk gösteren mayonezler elde edilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde mayonezlerdeki SSY içeriği arttıkça mayonezlerin sertlik ve kıvam değerlerinin azaldığı, kohesiflik değerlerinin arttığı görülmektedir. US uygulamasının örneklerin sertlik değerlerini azalttığı, kıvam ve kohesiflik değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu

durumun US uygulamasında kullanılan güç ve süreden ayrıca mayonez içerisindeki ksantan gamdan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Amin vd. (2014) tarafından yapılan çalışmaya göre; düşük yağlı mayonez ürünlerinin, tam yağlı mayonez ürünleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek ($p<0.05$) sıklığa, yapışkanlığa ve yapışma kuvvetine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun düşük yağlı mayonez formülasyonlarına hidrokolloid zamkların (ksantan gam, guar gam vb.) eklenmesi nedeniyle emülsiyonun viskozitesinin artmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Mayonezlerin emülsiyon stabilitesi ve viskozitesi US uygulaması ve SSY içeriğinden etkilenmezken, tekstürel parametrelerin mayonezdeki SSY içeriği ile belirgin bir şekilde, US ile az düzeyde değişim gösterdiği görülmektedir.

4.4 Meyve/Sebze Unlu Mayonez

Mayonez üretiminde kullanılan unlarda yapılan analizlerin sonuçları literatürle karşılaştırılmıştır. Felek (2019) bal kabağı ununda protein, kül ve nem değerlerini sırasıyla %8.09, %5.872 ve %13.9 olarak belirlemişken; Adelerin vd. (2022) taze, fermente edilmiş ve kaynatılmış bal kabağı posalarından elde ettiği kabak unlarında %9.29-11.49, %7.94-10.12 ve %7.46-8.63 değerleri arasında bulmuştur. Kullandığımız BKU'nun protein miktarı bu çalışmadakilerden yüksek iken, nem ve kül değerinin ise benzer olduğu tespit edilmiştir.

Purewal vd. (2023) farklı renklerde (turuncu, mor ve kırmızı) havuç unlarında nem (%) 4.82-6.55; protein (%) 4.64-6.83; kül (%) 4.05-6.65; TPC (mg GAE/g) 13.16-17.24 ve DPPH (%) 28.21-49.91 değerlerini saptamışlardır. Bu değerler Tablo 3.13.'te HU için belirtilen kül ve protein değerleri ile benzerlik gösterirken, bu değerlerin TPC değerinden yüksek, DPPH değerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Kırbaş vd. (2019) ise, havuç posası tozunda daha düşük nem değeri (%2.97) ile daha yüksek protein (%8.23) ve kül değerleri (%6.32) belirlemiştir. TPC değerleri ise; BKU için Adelerin vd. (2022) tarafından 2.72-2.93 mg GAE/g; HU için Kamel vd. (2023) tarafından 203.6 mg GAE/100 mg, Çakıroğlu (2022) tarafından 490-3180 mg GAE/kg değerleri arasında belirlenmiş ve sonuçlarımızdan daha düşük bulunmuştur. Havuç tozunda Kamel vd. (2023) tarafından belirlenen antioksidan aktivite değeri ise (%64.45) sonuçlarımız ile benzerlik göstermektedir.

BKU için %7.63, HU için %1.62 olan yağ içeriğini, Adelerin vd. (2022) farklı yöntemlerle elde edilen bal kabağı unlarında %2.51-3.93 arasında, Unal vd.

(2022) kabak tozunda %7.34, Kamel vd. (2023) havuç tozunda %2.75, Purewal vd. (2023) farklı renklerdeki havuçlardan elde edilen unlarda %0.35-1.35 arasında bulunmuştur.

Kamel vd. (2023) havuç tozunun β -karoten içeriğini 123 mg/100g; Asaduzzaman vd. (2025) kabak kabuk tozunda 123.55 μ g/g, tohum tozunda 39.46 μ g/g, Gavril vd. (2024) kabak kabuğı tozu 12.513 mg/100g ile değerlerimizden düşük tespit etmişlerdir.

β -karoten, gıda boyası olarak kullanılmasının yanı sıra, peroksi radikalleriyle etkileşime girerek lipidleri serbest radikal otoksidasyonundan koruduğu, yayılmayı sınırladığı ve oksidasyon zincirinin sonlandırılmasını kolaylaştırdığı için doğal bir antioksidan olarak da kullanılabilir. Bal kabağı, havuç, kayısı, greyfurt, kabak, brokoli ve tatlı patates gibi birçok meyve ve sebzenin β -karoten açısından zengin olmasına rağmen, bal kabağı ve havuç atıkları atık işleme maliyeti açısından etkili kaynaklar olarak görülmektedir (Gungor ve Torun, 2022).

Kamel vd. (2023) havuç tozunun diyet lifi içeriğini %11.94 ile düşük bulunmuşken, Unal vd. (2022) kabak tozunun çözünmeyen diyet lifini %33.12; çözünür diyet lifini %0.87 ile benzer değerler elde etmişlerdir. BKU rneklerinin su tutma, yağ tutma ve suda çözünürlük değerleri kurutma yöntemi ve kurutma öncesi uygulanan işlemlerden etkilenmektedir. İlgy-Gözükara (2013) dondurularak kurutulmuş ve sıcak hava ile kurutulmuş bal kabağı tozlarının su tutma kapasitesini (g/g) 7.9 ve 6.5; yağ tutma kapasitesini (g/g) 5.9 ve 4.1; suda çözünürlük indeksini (%) 38.2 ve 37.6 olarak tespit etmiştir. Adelerin vd. (2022) ise; taze, fermente edilmiş ve kaynatılmış bal kabağı posalarından elde ettiği kabak unlarının su tutma kapasitesini (g/g) 3.76-8.26; yağ tutma kapasitesini (g/g) 2.27-2.48 ve çözünürlük indeksini (%) 11.44-21.88 değerleri arasında bulunmuştur. HU'nun yüksek besinsel lif içermesi, su tutma, su absorpsiyon kapasitesi ve suda çözünürlük indeksinin de BKU'dan yüksek olmasına neden olmuştur.

Unların daha önce bildirilen farklı parametrelerin değerleriyle aralarındaki farkın, toprak profilinden (besinler ve toprak tipi), çevresel faktörlerden ve üretim yönteminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mayonez rneklerinin renk değerleri arasındaki fark BKM rneklerinde (10.95-12.26) HM örneklerine (8.77-11.20) göre daha yüksek bulunmuştur. KM0 ve HM0 kontrol rneklerinin ΔE değerleri 5'ten küçük olduğu için kontrol

örnekleri arasında gözle görülür bir fark olmadığı anlaşılmaktadır. Vieira vd. (2023) elma, armut, nektarin ve şeftali unu ilave edilen mayonezlerin kontrol ile (standart mayonez) önemli bir renk değişiminin olmadığını ($\Delta E < 5$) belirtirken, Mistrianu vd. (2022) pancar kabuğu unu konsantrasyonu arttıkça ΔE değerinin arttığını belirtmiştir.

Sonuçlarımızın aksine havuç ve bal kabağı posası içeren dondurmalarda posa oranı arttıkça panelistler tarafından kabul edilebilirliğin arttığı görülmüştür (Hassan ve Barakat, 2018). Mayoneze ilave edilen karpuz kabuğu unu (Evanuarini vd., 2020), üzüm çekirdeği ekstresi (Altunkaya vd., 2013) ve muz kabuğu unu (Evanuarini ve Susilo, 2020) miktarının artırılması ise sonuçlarımızla benzer şekilde genel kabul edilebilirliği azaltmıştır. Alizadeh vd. (2019) de Ferulago ekstraktı içeren mayonezlerin organoleptik özelliklerinin diğer mayonezlere (biberiye uçucu yağı, tokoferol, TBHQ katkılı) göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Nidhal vd. (2022) sonuçlarımızla benzer şekilde bal kabağı unu miktarı arttıkça düşük yağlı mayonezin antioksidan aktivitesinin (%15.38-21.03) arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca bal kabağı ununda bulunan beta karoten içeriğinin antioksidan aktiviteye neden olduğu belirtilmiştir. Havuç ve bal kabağı ilavesinin dondurmanın da TPC ve DPPH değerlerini arttırdığı görülmüştür (Hassan ve Barakat, 2018). Mayoneze ilave edilen pancar kabuğu unu (Mistrianu vd., 2022) ve soğan kabuğu tozunun (Prokopov vd., 2023) mayonezin TPC ve antioksidan aktivite miktarlarını arttırdığı belirtilmiştir. Elma kabuğu unu miktarı arttıkça mayonezin %DPPH değeri de artmıştır (Evanuarini ve Susilo, 2021). Vieira vd. (2023) ise elma ve armut unu ilaveli mayonezin kontrole göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini ancak TPC değerlerinin kontrolle önemli bir fark göstermediğini tespit etmiştir. Ayrıca meyve unlarının antioksidan aktivitesindeki önemli farklılıkların mayoneze eklendiğinde fark edilmediğini yani mayoneze eklendiğinde antioksidan aktivitede kayıplar gösterdiğini bildirmişlerdir.

Pancar kabuğu unu (Mistrianu vd., 2022), susam filizi tozu (Shabbir vd., 2015) ve iğde unu (Ünver vd., 2023) içeren mayonezlerin depolama boyunca PV değerinin kontrole göre daha düşük olduğu, un miktarı arttıkça daha düşük değerler elde edildiği rapor edilmiştir. Havuç/bal kabağı tozu da bu çalışmalarla benzer etki göstermiştir. Bunların aksine mayonezlere ilave edilen soğan atık tozu miktarının artışı ile PV değerlerinin arttığı tespit edilmiştir (Prokopov vd., 2023).

Kishk ve Elsheshetawy (2013) mayoneze zencefil tozunun, Alizadeh vd. (2019) Ferulago ekstratının eklenmesinin depolama süresince PV ve PA değerlerindeki artışı geciktirdiğini belirtmiştir. BKM örneklerinde başlangıç PA değerleri HM örneklerinden yüksek bulunmuştur. Bu durumun BKM örneklerine ilave edilen SÇY'nin PA değerinin HM örneklerine ilave edilen SSY'den yüksek olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Depolama sonunda PA değeri; HU içeriği arttıkça artarken, BKU içeriği arttıkça azalmıştır. Benzer şekilde farklı konsantrasyonlarda (%1, 2 ve 3) soğan atık tozu ilave edilen mayonezlerin PA değerlerinin konsantrasyon artışına bağlı olarak artış gösterdiği ve depolama süresince kontrolden yüksek olduğu belirtilmiştir (Prokopov vd. 2023). K₂₇₀ değerlerinde de belirtilen haftalar ve aylarda BKU ve HU artışına bağlı olarak artış ve azalışlar olmuştur. Ancak HM örnekleri HS0 kontrol örneğinden, BKM örnekleri KÇ0 ve KM0 kontrol örneklerinden oldukça düşük değerlere sahip olmuştur.

Lipit oksidasyonunun belirlenmesi için yapılan analizlerde genel olarak meyve/sebze unlarının mayonezlerin lipit oksidasyonunu geciktirdiği belirlenmiştir. Mayoneze *Rosa canina* meyve (kuşburnu) ekstraktı ilavesi de benzer şekilde oksidasyon hızını yavaşlatmıştır. Buna, yapısında bulunan doğal antioksidanlar olan polifenollerin neden olabileceği belirtilmiştir (Soltan vd., 2023). Altunkaya vd. (2013) tarafından, üzüm çekirdeği ekstresinin depolama sırasında oksidasyona karşı önemli bir koruma sağladığı belirtilmiştir.

Mayonezlerin meyve/sebze unu konsantrasyonu, DPPH ve TPC değerleri ile +4 °C'de depolanan mayonezlerden ekstrakte edilen yağın oksidasyon parametreleri (K₂₃₂ ve K₂₇₀) arasındaki ilişki için Pearson korelasyon katsayıları EK 4'te gösterilmiştir. Her iki un konsantrasyonu ile fenolik madde ve antioksidan aktivite arasında güçlü pozitif bir ilişki ($p<0.01$) olduğu görülmüş ve buna bağlı olarak fenolik madde ile antioksidan aktivite arasında da doğrudan bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca un konsantrasyonu ile başlangıç ve 6. ay K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki güçlü negatif korelasyonlar ($p<0.01$); konsantrasyon arttıkça örneklerde oksidatif bozulmanın azaldığını göstermektedir.

DPPH, TPC ve oda sıcaklığında depolanan mayonezlerden ekstrakte edilen yağın oksidasyon parametreleri (PA, PV, K₂₃₂ ve K₂₇₀) arasındaki ilişki için Pearson korelasyon katsayıları EK 5'te gösterilmiştir. HS0 kontrol örneği ile yapılan korelasyonda HU konsantrasyonu ile 4. hafta PA değerleri hariç tüm oksidasyon parametreleri arasında anlamlı negatif ilişki ($p<0.01$) olduğu; HM0

kontrol örneği ile yapılan korelasyonda ise; başlangıç ve 4. hafta PV, K_{232} değerleri ile güçlü negative ilişki ($p<0.01$), başlangıç PA ve K_{270} değerleri ile zayıf negatif korelasyona ($p<0.05$) sahip olduğu belirlenmiştir. BKM örneklerinde yapılan korelasyonlarda ise un konsantrasyonu ile başlangıç PA ve PV değerleri hariç oksidasyon parametreleri ile güçlü negatif ilişki ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Konsantrasyon, TPC ve DPPH'nin 4 hafta sonra elde edilen oksidasyon parametreleriyle çoğunlukla güçlü negatif ilişkiye sahip olması, artan meyve/sebze unu konsantrasyonuna bağlı artan antioksidan aktivitenin zamanla peroksit, konjuge dien ve trienlerin oluşumunu baskıladığını göstermektedir.

Kontrol örneklerinde de mikroorganizma üremesinin <100 kob/g olması mayonezlerin HU veya BKU içermesinin mikrobiyal oluşum üzerindeki etkisini yorumlamamızı engellemektedir. Ancak yapılan çalışmalar sumak ekstraktı (Nessabian vd., 2024), sarımsak ekstraktı (Hassanzadeh vd., 2023), pirinç kepeği (Martillanes vd., 2020), Rosa canina (kuşburnu) meyvesinin (Soltan vd., 2023) mayonezin mikrobiyal yükünü azaltmada etkili olduğu göstermiştir.

Vieira vd. (2023) ise standart mayonez ve nektari mayonezinin maya-küf içeriğini sırasıyla 8.0×10^2 ve 1.5×10^2 kob/mL, mezofil mikroorganizma sırasıyla 8.3×10^3 ve 2.9×10^2 kob/mL bulmuşlardır. Bu değerlerin standartlara göre tatmin edici olduğunu, bu durumun mayonezler üretilirken iyi hijyen uygulamalarının olmamasıyla açıklanabileceğini belirtmiştir. Ayrıca çoğu çalışmanın patojen mikroorganizmaları inhibe etmeye odaklandığı vurgulanmıştır.

Bu çalışmaların aksine; kabak çekirdeği tozu içeren yoğurtların maya küf sayısı, kabak çekirdeği miktarı arttıkça artmıştır. Bu durumun maya-küf gelişimi için kabak çekirdeği tozunun uygun besin kaynağını içermesinden ve maya-küflerin asidik ortamda daha hızlı gelişmesinden kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (Sunaç-Yeniçeri, 2019).

Meyve/sebze unlarının yüksek miktarlarda eklenmesinin uzun süre depolamada emülsiyon stabilitesini olumsuz etkileyeceği belirlenmiştir. Mayonezin pH değeri emülsiyon stabilitesi için önemli parametrelerden biridir ve proteinlerin izoelektrik noktasındaki pH'da en yüksek emülsiyon stabilitesi elde edilir (Evanuarini vd., 2020; Ünver vd., 2023; Nessabian vd., 2024). Mayonez içerisindeki sumak ekstraktı (SE) konsantrasyonunun artmasıyla ES'nin önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir. Benzer şekilde pH değerinde de azalma görüldüğü ve en düşük ES'nin en yüksek SE içeren mayonezde belirlendiği ifade edilmiştir

(Nessabian vd., 2024). Holub vd. (2022) de bal kabağı unundan ekstrakte edilen protein izolatlarını içeren mayonezin depolama süresince asitliğinde artış olurken, ES değerinin azaldığını tespit etmiştir. Bunlar dışında formülasyonda artan iğde meyve unu (İMU) miktarına bağlı olarak yumurta sarısının azaltılması ile üretilen mayonezlerde; İMU miktarı arttıkça ES'nin azaldığı görülmüştür. Bu durumun İMU'nun emülsiyetme kapasitesinin yumurta sarısına kıyasla yeterli olmadığından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Ünver vd., 2023). Bu sonuçların aksine mayonezdeki karpuz kabuğu unu miktarı arttıkça ES değerinde artış görülmüştür (Evanuarini vd., 2020). Fıratlıgil-Durmuş (2008) kırmızıbiber tohum unu ve proteininin mayonezde kullanımının kontrole göre daha düşük emülsiyon stabilitesi sağladığı tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin emülsiyon özellikleri üzerine protein konsantrasyonu, pH ve tuz konsantrasyonunun etkisi olduğu belirtilmiştir. Emülsiyon stabilitesi üzerine çözünürlüğün de etkisi bulunmaktadır. Çözünürlüğü az olan proteinler daha zayıf emülsiyon oluşturmaktadır (Damodaran, 1994). Bu durumda BKU çözünürlüğünün HU'dan düşük olması emülsiyon stabilitesinin de düşük olmasının nedenlerinden sayılabilir. Ayrıca un miktarının artmasına bağlı olarak mayonez üretimi sırasında karıştırma etkinliğinin azaldığı düşünülmektedir. Bu durum zayıf emülsiyonların oluşmasına neden olmuş olabilir.

Görüldüğü gibi; emülsiyon stabilitesi yağ/su oranı, yağ tipi, pH, çözünürlük, emülgatör türü ve konsantrasyonu, karıştırma türü, süresi gibi birçok faktörden etkilenmektedir.

HS0 ve KÇ0 kontrol örneklerinin ksantan gam veya meyve/sebze unu içermemesi viskozitelerinin de düşük olmasına neden olmuştur. Mayonezler içerisindeki meyve/sebze unu miktarı arttıkça kayma gerilimi ve viskozite değerlerinin arttığı görülmüştür. En yüksek kayma gerilimi ve viskozite HM8'de görülürken onu KM10 takip etmektedir. Kayma hızı arttıkça mayonezler arasındaki viskozite farkı azalmış ve zamanla kaybolmuştur.

Meyve unu içeren mayonezlerde meydana gelen viskozite artışı, unların pektin gibi yüksek lif içeriğine sahip koyulaştırıcı madde içermesine bağlı olabilir (Vieira vd., 2023). Yapılan çalışmalarda mayoneze; yeşil muz posası (İzidoro vd., 2008), pancar kabuğu tozu (Mistrianu vd., 2022), pişirilmiş pancar (Raikos vd., 2016), karpuz kabuğu unu (Evanuarini vd., 2020) gibi farklı meyve yan ürünün eklemenin mayonezlerin viskozitelerinin önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir.

Bunun aksine, mayoneze soğan atık tozu (Prokopov vd., 2023), elma kabuğu ekstraktı (Khalid vd., 2021), zencefil tozu (Kishk ve Elsheshetawy, 2013) eklemenin reolojik özelliklerini etkilemediği, pancar kabuğu tozunun yüksek konsantrasyonlarda (%5 ve 7) eklenmesinin kıvam indeksinde azalmaya neden olduğu (Mistrieanu vd., 2022) tespit edilmiştir. Bu durumun, yapı bozulmasına yol açan katı parçacık miktarının artmasından kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (Mistrieanu vd., 2022). Benzer şekilde Rudra vd. (2020) %7.5 bezelye kabuğu tozu içeriğine kadar mayonez viskozitesinin artış gösterdiği ancak %10 seviyesinde emülsiyonun yapısının bozulduğu ve bu durumun yüksek oranda çözünmeyen lifli bezelye kabuğu tozundan kaynaklandığını bildirmiştir. Reolojik özellikler, katıların sıvılara oranı, çeşitli fraksiyonların hacmi ve yayılımı, fonksiyonel grupların varlığı ve yağ fazı ile etkileşimleri, işlem koşulları gibi çok çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Yıldırım vd., 2016; Rudra vd., 2020; Bredikhin vd., 2023). Mayoneze yönelik literatürde bulunan akış davranış indeksi, kıvam indeksi ve akma gerilimi değerleri farklı metot ve kayma hızı aralıklarının kullanılması nedeniyle geniş bir aralıkta değerlendirilmektedir.

HSO ve KÇO örnekleri ksantan gam veya meyve unu içermedikleri için genel mayonez kıvamı oluşmamıştır. Dolayısıyla mayonez örneklerinin model parametre değerleri (özellikle kıvam indeksi) bu kontrol örneklerinden farklı bulunmuştur. Tam ve düşük yağlı mayonez sonuçlarımızda belirttiğimiz gibi literatürde mayonezin akış davranış özellikleri genellikle HB, PL, Casson ve Carreau modelleri ile uygunluk göstermektedir. Ancak düşük yağlı mayonez sonuçlarımızda olduğu gibi meyve/sebze unlu mayonezler de HB, PL model dışında Sisko modele uygunluk göstermiştir. HB modelde kontrol örneğinin (HS0) akma geriliminde negatif sonuç elde edilmiştir. Rahmati vd. (2015) yüksek regrasyon katsayısına rağmen HB model parametrelerinde negatif sonuç elde edilmesi nedeniyle uygun bir model olmadığını belirtmiştir. Dolayısıyla HB modelde kontrol (HS0) örneğimizin bu modele uygun olmadığı söylenebilir.

Havuç posa tozunun artan oranlarda kek hamurunda kullanımı mayonez sonuçlarımızla benzer şekilde K değerlerinin (PL model) artmasına neden olmuştur. Ayrıca hamur viskozitesi de posa oranı arttıkça artmıştır. (Kırbaş vd. 2019).

Mayonezlerdeki meyve unu miktarı arttıkça sertlik ve kıvam değerleri artarken kohesiflik değerlerinin azaldığı görülmüştür. Benzer etki iğde meyve unu

içeren mayonezlerde de görülmüştür (Ünver vd., 2023). Sertlik emülsiyonun gücünü ve mayonezi almak için gereken kuvveti gösterir (Rudra vd., 2020). Hem duyuşsal özellik hem de uygulanabilirlik açısından önemli bir parametredir. Mayoneze pancar kabuğu unu ilavesi sertliği arttırmış (Mistrianu vd., 2022), bezelye kabuğu tozu oranındaki artışta tekstürel parametrelerinde artışa neden olmuştur (Rudra vd., 2020). Kırbaş vd. (2019), havuç posa tozu içeren kek hamurunun sertliğinin toz oranı arttıkça arttığını, kohesiflik değerinde önemli farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalar mayonezin sertlik ve yapışkanlığının formülasyonun protein, hidrokolloid veya yağ içeriği değiştirildiğinde viskozitedeki değişikliklerden etkilendiğini göstermektedir (Raikos vd., 2020).



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada soğuk pres susam, aspir ve çörek otu yağı ilaveli tam yağlı (%75) mayonezler, soğuk pres susam yağı ilaveli ve US uygulaması yapılan düşük yağlı (%50) mayonezler ve soğuk pres susam/çörek otu yağı ilaveli havuç/bal kabağı unu içeren düşük yağlı (%50) mayonezler üretilmiştir. Bu mayonezlerin; renk, duyuşal, toplam fenolik madde, antioksidan aktiviteleri ile reolojik ve tekstürel özelliklerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Ayrıca mayonezler oda sıcaklığında 4 hafta, +4 °C’de 6 ay depolanarak oksidatif ve emülsiyon stabilitesi ile mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

Tam yağlı mayonezlere ilave edilen SPY’ler renk değerlerinde değişimlere neden olmuştur. Ancak duyuşal açıdan renk değerleri kontrole yakın bulunmuştur. Duyusal kabul edilebilirlik açısından artan SPY konsantrasyonu değerlerin azalmasına neden olmuş ve en düşük değerler SSM örneklerinde görülmüştür. Yağlarda marka değişimi yapılarak veya mayonezdeki diğer formülasyonların miktarının değiştirilmesi ile beklenen duyuşal özelliklerin kazandırılabilceği düşünülmektedir. Mayoneze ilave edilen yağın tokoferol izomeri içeriği mayonezlerde de etkisini göstermiştir. Özellikle AY ile SSY’nin tokoferol izomerleri miktarlarında önemli fark olması SSM örneklerinin tokoferol izomerleri miktarında değişime neden olmuştur. SAM ve SÇM örneklerinde artan SPY’ye bağlı olarak TPC miktarlarında artış olmuştur. SPY artışına bağlı olarak tüm mayonezlerin DPPH değerlerinde de artış görülmüştür. Dolayısıyla mayonezlere ilave edilen SPY’lerin mayonezin biyoaktif özelliklerini iyileştirebileceği tespit edilmiştir. Ancak, mayonez gibi emülsiyon ürünlerinde soğuk pres yağların biyoaktif ve yağ asidi bileşenlerinin *in vitro* sindirim sırasındaki kararlılığı ve biyoerişilebilirliği konusunda çalışmaların yapılması gerektiği de düşünülmektedir.

Birincil oksidasyon ürünlerinin göstergesi olan PV ve K₂₃₂ değerleri ile ikincil oksidasyon ürünlerinin göstergesi PA ve K₂₇₀ değerleri depolama sonunda çoğunlukla kontrolden daha düşük bulunmuştur. Mayonezlere ilave edilen SPY’ler depolama boyunca oksidasyonu yavaşlatıcı etki göstermiş ve en önemli etkiyi SSY sağlamıştır. Ayrıca depolama sıcaklığının lipit oksidasyonu üzerinde

olumsuz etkisi olduğu belirlenmiştir. Tüm mayonez örnekleri +4 °C’de 6 ay boyunca mikrobiyal açıdan güvenli bulunmuştur.

Depolama süresince mayonezlerde gözle görülür bir faz ayrımı olmamıştır. Ancak SÇM örneklerinde SÇY içeriği artışına bağlı olarak emülsiyon stabilitesi %94.80’e kadar azalmıştır. Tüm örneklerin kaymayla azalan akış özelliği (psödoplastik) gösterdiği tespit edilmiştir. SÇM ve SSM örneklerinde kayma hızına bağlı olarak SPY oranı arttıkça kayma gerilimi ve viskozitenin kademeli olarak azaldığı görülmüştür. Herschel-Bulkley modeline uygunluk gösteren mayonezlerde en yüksek akma gerilimi kontrol örneklerinde görülürken SPY miktarı arttıkça akma gerilimi genellikle azalmıştır. SAM örnekleri dışındaki mayonezlerde SPY içeriği arttıkça sertlik ve kıvam değerleri azalırken kohesiflik değerlerinin arttığı görülmüştür. Tam yağlı mayonezlerde emülsiyon stabilitesi, viskozite, sertlik ve kıvam değerlerinin artan SPY ile genellikle benzer etki gösterdiği belirlenmiştir. Sonuçta mayonezin hazırlanmasında kullanılan farklı yağ türleri, elde edilen mayonezin genel tekstürel ve reolojik özelliklerini etkilemektedir. Özellikle SÇM örneklerinde SÇY içeriği artışına bağlı olarak gerçekleşen bu değişimler fenolik bileşiklerin emülsifiye sisteminde zayıflamaya neden olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

SSY içeren ve bir kısmına US uygulanan düşük yağlı mayonezlerde renk değişiminin önemsiz olduğu, SSY içeriği arttıkça tat, koku ve genel kabul edilebilirlik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca US uygulanan DM10 ve DM20 örneklerinin tat ve koku değerleri US uygulanmayanlara göre daha düşük bulunmuştur. Mayonezlerin TPC değerleri ve antioksidan aktiviteleri US uygulaması ile artış göstermiştir. Ayrıca antioksidan aktiviteleri mayonezlerdeki SSY içeriği arttıkça artış göstermiştir. Artan SSY içeriğine bağlı olarak mayonezlerin toplam tokoferol miktarları azalmıştır. Bu durumun, SSY’nin AY’dan daha düşük tokoferol içeriğine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan oksidasyon analizleri sonucunda SSY ilavesi ve US uygulamasının oksidasyon hızını yavaşlattığı tespit edilmiştir. Depolama boyunca US uygulanan örneklerin mikrobiyal açıdan güvenli olduğu, US uygulanmayan örneklerde ise SSY’nin antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Mayonez formülasyonunda kullanılan ksantan gaminin dirençli yapısı, düşük yağlı mayonezlerin emülsiyonunun 6 ay boyunca stabil kalmasını sağlamıştır.

Tüm örneklerin psödoplastik özellikte ($n<1$) olduğu, Herschel Bulkley ve Sisko modele uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir. SSY içeriği arttıkça mayonezlerin sertlik ve kıvam değerleri azalmış, kohesiflik değerleri artmıştır. Ancak US uygulamasının, bu değerler üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

US uygulamasının mayonezde uygulanmasına dair çalışmaların yeni olması her çalışmayı değerli kılmaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda farklı US koşulları ile farklı formülasyonda mayonezler üzerine deneme yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca US koşulları ayarlanırken ürünün sıcaklık artışı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Meyve/sebze unlu mayonezlerde kullanılan yağlardan SÇY'nin TPC, toplam tokoferol ve antioksidan aktiviteleri diğer yağlardan yüksek olmasına rağmen, birincil ve ikincil oksidasyon ürün miktarları da diğerlerinden yüksek bulunmuştur. BKU'nun kül, nem, yağ, protein, toplam karotenit ve toplam fenolik madde miktarları HU'dan yüksekken, antioksidan aktivite, su tutma ve su absorpsiyon kapasitesi, besinsel lif miktarı ile suda çözünürlük indeksi düşük bulunmuştur.

Mayonezlerdeki meyve/sebze unu miktarı arttıkça renk değişimi, TPC, antioksidan aktivite ve toplam tokoferol miktarları artış gösterirken duyuusal özellikleri azalmıştır. Ayrıca BKM örneklerinin TPC ve DPPH değerleri HM örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Ancak her iki mayonezde de bu değerler kontrolden belirgin şekilde fazla bulunmuştur.

Lipit oksidasyon düzeylerinin belirlenmesi için yapılan analizler sonucunda meyve/sebze unu içeren mayonezlerde kontrollere göre önemli ölçüde daha düşük değerler elde edilmiştir. TPC ve antioksidan aktivite açısından zengin olan meyve/sebze unlarının oksidasyonu önleyici etkisi olduğu yapılan korelasyon testi ile de ilişkilendirilmiştir. Tüm mayonezlerin maya-küf ve toplam bakteri sayımları <100 kob/g olarak bulunmuştur.

BKM örneklerinin emülsiyon stabiliteleri kontrollere göre daha düşük bulunmuştur. BKU miktarı ve depolama süresi arttıkça daha düşük değerler elde edilmiştir. HM örneklerinde de benzer etki olsa da BKU içeren örnekler göre daha stabil kalmıştır. Bu duruma; BKU'nun su absorplama ve suda çözünürlük indeksinin HU'dan düşük olması, BKU içeren mayonezlerde ayrıca emülsiyon sisteminin zayıflamasına neden olan fenolik bileşiklerce zengin SÇY ilave edilmiş

olması ve un miktarının fazla olmasından kaynaklı karıştırma etkinliğinin düşmesinin neden olduğu düşünülmektedir.

Tüm mayonez örnekleri psödoplastik akış özelliği göstermiş ve meyve/sebze unu miktarı arttıkça kayma gerilimi ve viskozite değerlerinin arttığı görülmüştür. Mayonezler Herschel Bulkley, Sisko ve Power Law modele uygunluk göstermiştir. Kıvam indeksi mayonezlerdeki un miktarı arttıkça artış göstermiş ve ksantan gam içeren kontrol örneklerine en yakın kıvam indeksi yüksek meyve/sebze unu içeren mayonezlerde görülmüştür. Meyve/Sebze unu miktarı arttıkça mayonezlerin sertlik ve kıvam değerleri artmış, kohesiflik değerleri azalmıştır. Mayonezlerin viskozite, sertlik ve kıvam değişimleri benzerlik göstermiştir.

Meyve/Sebze unları mayonezlerin besin değerini arttırma, gıda güvenliğini sağlama, daha sağlıklı ve daha kararlı alternatif ürün sunmak için kullanıma uygun olduğu bu çalışma ile görülmüştür. Ancak eklenen biyoaktif bileşenin de belirli sınırlamaları vardır ve uygun oranlarda kullanımı hem yapısal hem de duyusal özellikler açısından önemlidir. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalarda, bu biyoaktif bileşenleri daha geniş bir konsantrasyon aralığında kullanıp, özellikle depolama ile ilgili olarak mayonezlerin parçacık boyutu, zeta potansiyeli ve tekstür parametreleri gibi fiziksel özellikleri arasındaki ilişki araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- AACCI (American Association of Cereal Chemists International). (2010). Approved Methods of Analysis, Methods No: 44-15.02, 08-01.01, 46-12.01, 30-25.01, 32-05.01, 32-21.01, 76.13, 11th edition, The Association: St. Paul, MN, USA.
- Abd El-Rahman, E.S., El-Araby, G.M., Abdulla, G., El-Shourbagy, G.A. and El-Nemr, S.E. (2020). Effect of moringa leaves (*moringa oleifera* lam.) extract addition on mayonnaise quality. *Plant Archives*, 20(1),1516-1522.
- Adelerin, R.O., Ifesan, B.O. and Awolu, O.O. (2022). Physicochemical, nutritional, phytoconstituents, and antioxidant properties of three different processing techniques of pumpkin (*Cucurbita pepo*) pulp flour. *Ceylon Journal of Science*, 51(1),43-50. DOI: <http://doi.org/10.4038/cjs.v51i1.7978>.
- Aganovic, K., Bindrich, U. and Heinz, V. (2018). Ultra-high pressure homogenisation process for production of reduced fat mayonnaise with similar rheological characteristics as its full fat counterpart. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45,208–214.
- Agbaria, R., Gabarin, A., Dahan, A. and Ben-Shabat, S. (2015). Anticancer activity of *nigella sativa* (black seed) and its relationship with the thermal processing and quinone composition of the seed. *Drug Des Devel Ther*, 9,3119-3124.
- Akca, S. and Akpınar, A. (2021). The Effects of Grape, pomegranate, Sesame Seed Powder and Their Oils on Probiotic Ice Cream: Total phenolic contents, antioxidant activity and probiotic viability. *Food Bioscience*, 42, 101203. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101203>.
- Akdemir Evrendilek, G., Bodruk, A., Eker, M.E. and Acar, F. (2022). Processing of ketchup by a pilot-scale ultrasonication system: Effects on quality properties and microbial inactivation. *Food Science and Technology International*, 29(5), 501-509. <https://doi.org/10.1177/10820132221096900>.
- Albakry, Z., Karrar, E., Mohamed Ahmed, I.A., Oz, E., Proestos, C., El Sheikh, A.F., Oz, F., Wu, G. and Wang, X. (2022). Nutritional composition and volatile compounds of black cumin (*nigella sativa* L.) seed, fatty acid composition and tocopherols, polyphenols, and antioxidant activity of its essential oil. *Horticulturae*, 8(7), 575. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070575>.
- Alkhatib, H., Mohamed, F., Akkawi, M.E., Alfatama, M., Chatterjee, B. and Doolaanea, A.A. (2020). Microencapsulation of black seed oil in alginate beads for stability and taste masking. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 60, 102030.
- Alizadeh, L., Abdolmaleki, K., Nayebyzadeh, K. and Shahin, R. (2019). Effects of tocopherol, rosemary essential oil and ferulago angulata extract on oxidative stability of mayonnaise during its shelf life: a comparative study. *Food Chemistry*, 285, 46-52.
- Altunkaya, A., Hedegaard, R.S.V., Harholt, J., Brimer, L., Gökmen, V. and Skibsted, L.H. (2013). Oxidative stability and chemical safety of mayonnaise enriched with grape seed extract. *Food Function*, 4, 1647–1653.
- Alvarez-Sabatela, S., Marañón, I.M. and Arboleya, J.C. (2018). Impact of oil and inulin content on the stability and rheological properties of mayonnaise-like emulsions processed by rotor-stator homogenisation or high pressure homogenisation (HPH). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 48, 195–203.
- Amin, M.H.H., Elbeltagy, A.E., Mustafa, M. and Khalil, A.H. (2014). Development of low fat mayonnaise containing different types and levels of hydrocolloid gum. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 20(1), 54-63.

- Anamaria, M. (2019). The influence of different factors on the quality of mayonnaise, annals of the university of oradea, fascicle: ecotoxicology. Animal Husbandry and Food Science and Technology, Vol. XVIII/A.
- AOAC (1990). 923.03; In official methods of analysis of association of official analytical chemists (AOAC) international. Washington DC.
- AOAC (2002). 950.46, 979.09, 920.39C; Moisture in meat and meat products, official methods for analysis (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOAC (2005). Official methods of analysis of AOAC international. In *Association of Official Analysis Chemists International* (18th ed.). Official Agricultural Chemists.
- AOCS (1998). Official methods and recommended practices of the american oil chemists' society (D. Firestone (ed.); 5th ed.), American Oil Chemists' Society.
- Arab, R., Casal, S., Pinho, T., Cruz, R., Freidja, M. L., Lorenzo, J. M., Hano, C., Madani, K., & Boulekbache-Makhlouf, L. (2022). Effects of Seed Roasting Temperature on Sesame Oil Fatty Acid Composition, Lignan, Sterol and Tocopherol Contents, Oxidative Stability and Antioxidant Potential for Food Applications. *Molecules*, 27(14), 4508. <https://doi.org/10.3390/molecules27144508>
- Asaduzzaman, M., Akter, M.S and Rahman, M. (2025). Enhancing nutritional value and quality of cookies through pumpkin peel and seed powder fortification. *Plos One* 20(2): e0307506. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307506>.
- Aslanzadeh, M., Mizani, M., Alimi, M. and Gerami, A. (2012). Rheological properties of low fat mayonnaise with different levels of modified wheat bran, *journal of food biosciences and technology, islamic azad university. Science and Research Branch*, 2, 27-34.
- Aydeniz, B., Guneser, O. and Yılmaz, E. (2014). Physico-chemical, sensory and aromatic properties of cold press produced safflower oil. *J Am Oil Chem Soc*, 91, 99–110.
- Azad, A.K., Al-Mahmood, S.M.A., Chatterjee, B., Sulaiman, W.M.A.W., Elsayed, T.M. and Doolaanea, A.A. (2020). Encapsulation of black seed oil in alginate beads as a pH-sensitive carrier for intestine-targeted drug delivery: in vitro, in vivo and ex vivo study. *Pharmaceutics*, 12, 219.
- Banas, J., Maciejaszek, I., Surówka, K. and Zawisław, A. (2020). Temperature-induced storage quality changes in pumpkin and safflower cold-pressed oils. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 1213-1222.
- Blok, A.E., Bolhuis, D.P., Arnaudov, L.N., Velikov, K.P. and Stieger, M. (2023). Influence of thickeners (microfibrillated cellulose, starch, xanthan gum) on rheological, tribological and sensory properties of low-fat mayonnaises. *Food Hydrocolloids* 136, 108242. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108242>.
- Boskou, G., Salta, F.N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A., Andrikopoulos, N.K. (2006). Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the greek market. *Food Chemistry*, (94), 558-564.
- Bredikhin, S. A., Martekha, A. N., Andreev, V. N., Soldusova, E. A., & Karpova, N. A. (2022). Investigation of the structural and mechanical characteristics of mayonnaise with the addition of linseed oil. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 979(1), 012089. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012089>.
- Bredikhin, S.A., Martekna, A.N., and Andreev, V.N. (2023). Research of the rheological properties of mayonnaise with adding pumpkin and rice oils to replace sunflower oil. *Food Science Technology, Campinas*, 43, e67722.

- Brewer, D.R., Franco, J.M. and Garcia-Zapateiro L.A. (2016). Rheological properties of oil-in-water emulsions prepared with oil and protein isolates from sesame (*sesamum indicum*). Food Science Technology Campinas, 36(1), 64-69.
- Canselier, J.P., Delmas, H., Wilhelm, A.M. and Abismail, B. (2002). Ultrasound emulsification-an overview. Journal of Dispersion Science and Technology, 23(1-3), 333-349.
- Capanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., Hall, R., De Vos, R. (2008). Changes in antioxidant and metabolite profiles during production of tomato paste. Journal Agricultural Food Chemistry, 56, 964–73. <https://doi.org/10.1021/JF072990E>.
- Chatterjee, D. and Bhattacharjee, P. (2015). Use of eugenol-lean clove extract as a flavoring agent and natural antioxidant in mayonnaise: product characterization and storage study. Journal of Food Science Technology, 52(8), 4945–4954.
- Chakradhari, S., Perkons, I., Mišina, I., Sipiencie, E., Radziejewska-Kubzdela, E., Grygier, A., Rudzińska, M., Patel, K. S., Radzimirska-Graczyk, M., & Górnaś, P. (2020). Profiling of the bioactive components of safflower seeds and seed oil: cultivated (*Carthamus tinctorius* L.) vs. wild (*Carthamus oxyacantha* M. Bieb.). European Food Research and Technology, 246(3), 449–459. <https://doi.org/10.1007/S00217-019-03414-W>
- Chemat, F., Huma, Z. and Khan, M.K. (2011). Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. Ultrasonics Sonochemistry, 18, 813–835.
- Chetana, R., Bhavana, K.P., Babylatha, R., Geetha, V., Kumar, G.S. (2019). Studies on eggless mayonnaise from rice bran and sesame oils. Journal of Food Science Technology, 56(6), 3117–3125. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03819-1>
- Choudhury, M. S., Islam, M. N., Khan, M. M., Ahiduzzaman, M., Masum, M. M. I., & Ali, M. A. (2023). Effect of extraction methods on physical and chemical properties and shelf life of black cumin (*Nigella sativa* L.) oil. Journal of Agriculture and Food Research, 14, 100836. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2023.100836>
- Çakıroğlu, N. (2022). Tabaka köpük kurutma yöntemi ile üretilen havuç tozlarının fizikokimyasal ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Çiftçi, H. (2018). Fındık ve Susam Posalarından Üretilen Protein Konsantrelerinin Gıda Ürünlerinde Değerlendirilmesi. Namık Kemal Üniversitesi.
- Damodaran, S., (1994). Structurefunction relationship of food proteins, in Protein Functionality in Food Systems, pp. 139, Eds. Hettiarachchy, N.S. ve Ziegler, G.R., Mercel Dekker Inc., New York.
- Depree, J. A., and Savage, G. P. (2001). Physical and flavour stability of mayonnaise. Trends in Food Science & Technology, 12(5), 157–163.
- El-Deab, S.M. and Ghamry, H.E. (2017). Nutritional evaluation of roselle seeds oil and production of mayonnaise. International Journal of Food Science and Nutrition Engineering, 7(2), 32-37. DOI: 10.5923/j.food.20170702.02.
- Erinç, H. (2011). Bitkisel artıklardan farklı boyutlarda lif üretimi ve düşük yağlı ürünlerde kullanımı. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, Ankara.
- Evanuarini, H. and Susilo, A. (2020). The quality of low fat mayonnaise using banana peel flour as stabilizer. Earth and Environmental Science, 478:012091.

- Evanuarini, H. and Susilo, A. (2021). Optimization of reduced fat mayonnaise by using apple peel flour as a stabilizer. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)*, 16(3), 174–180, DOI : 10.21776/ub.jitek.2021.016.03.4.
- Evanuarini, H., Amertaningtyas, D., Utama, D.T. and Safitri, A.R. (2020). The use of watermelon rind flour as stabilizer for reduced fat mayonnaise. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 15(3), 172-182.
- Felek, İ. (2019). Bal kabağı ve zivzik nar kabuğu unu ile zenginleştirilmiş hazır tarhana çorbası üretimi. Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Siirt.
- Fıratlıgil-Durmuş, F.E. (2008). Kırmızı biber tohumunun endüstriyel olarak değerlendirilmesi: protein ekstraksiyonu, fonksiyonel özellikleri ve mayonez üretiminde kullanımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, İstanbul.
- Gavahian, M., Hashemi, S.M.B., Mousavi Khaneghah, A. and Mazaheri Tehrani, M. (2013). Ohmically extracted zenyan essential oils as natural antioxidant in mayonnaise. *International Food Research Journal* 20(6), 3189-3195.
- Gavril, R.N., Cârlescu, P.M., Veleşcu, I.D., Arsenoia, V.N., Stoica F., Stănciuc N., Aprodu, I., Constantin, O.E., Râpeanu, G. (2024). The development of value-added yogurt based on pumpkin peel powder as a bioactive powder. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16:101098, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101098>
- Gharibzahedi, S.M.T. and Jafari, S.M. (2018). Fabrication of nanoemulsions by ultrasonication, nanoemulsions. Chapter 9, 233-285. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811838-2.00009-6>.
- Ghosh, M., Upadhyay, R., Mahato, D.K. and Mishra, H.N. (2019). Thermal and oxidative stability assessment of synergistic blends of sunflower and sesame oils tailored for nutritionally stable composition of omega fatty acids. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 135:2389–2398. <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7342-4>.
- Giacintucci, V., Di Mattia, C., Sacchetti, G., Neri, L., & Pittia, P. (2016). Role of olive oil phenolics in physical properties and stability of mayonnaise-like emulsions. *Food Chemistry*, 213, 369–377. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2016.06.095>
- Gorji, S.G., Calingacion, M., Smyth, H.E. and Fitzgerald, M. (2019). Effect of natural antioxidants on lipid oxidation in mayonnaise compared with BHA. *The Industry Standard, Metabolomics*, 15:106.
- Gungor, K.K. and Torun, M. (2022). Pumpkin peel valorization using green extraction technology to obtain β -carotene fortified mayonnaise. *Waste and Biomass Valorization*, 13:4375–4388. <https://doi.org/10.1007/s12649-022-01866-y>.
- Gutfinger, T. (1981). Polyphenols in olive oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58(11), 966–968. <https://doi.org/10.1007/BF02659771>
- Guzman-Geronimo, R.I., Ayala-Tirado, R.C., Mendoza-López, R., Cocotle-Ronzón, Y. and Herrera-Meza, M.D.S. (2022). A novel mayonnaise-type dressing added with avocado pulp and oil as health ingredients processed with ultrasound, *CyTA - Journal of Food*, 20:1, 60-65. DOI: 10.1080/19476337.2022.2051606.
- Gülen, S., Günal-Köroğlu, D. And Turan, S. (2025). Effects of cold-pressed oil additives in varying proportions: Physico-chemical characteristics of mayonnaises, *Food Chemistry*, 469:142576. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142576>.

- Günç Ergönül, P., and Aksoylu Özbek, Z. (2018). Identification of bioactive compounds and total phenol contents of cold pressed oils from safflower and camelina seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4), 2313–2323. <https://doi.org/10.1007/S11694-018-9848-7>
- Günç Ergönül, P., and Aksoylu Özbek, Z. (2020). Cold pressed safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed oil. In M. F. Ramadan (Ed.), *Cold Pressed Oils: Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications* (pp. 323–333). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818188-1.00029-3>
- Hakimian, F., Emamifar, A. and Karami, M. (2022). Evaluation of microbial and physicochemical properties of mayonnaise containing zinc oxide nanoparticles. *Food Science and Technology*, 163, 113517. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113517>.
- Hassan, M.F.Y. and Barakat, H. (2018). Effect of carrot and pumpkin pulps adding on chemical, rheological, nutritional and organoleptic properties of ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 9, 969-982. <https://doi.org/10.4236/fns.2018.98071>.
- Hassanzadeh, H., Rahbari, M., Galali, Y., Hosseini, M. and Ghanbarzadeh, B. (2023). The garlic extract- loaded nanoemulsion: Study of physicochemical, rheological, and antimicrobial properties and its application in mayonnaise. *Food Science and Nutrition*, 11, 3799-3810., DOI: 10.1002/fsn3.3365.
- Hijazi, T., Karasu, S., Tekin-Çakmak, Z.H. and Bozkurt, F. (2022). Extraction of natural gum from cold-pressed chia seed, flaxseed, and rocket seed oil by-product and application in low fat vegan mayonnaise. *Foods*, 11:(3), 363. <https://doi.org/10.3390/foods11030363>
- Holub, L.S., Levchenko, Y.P. and Vlasenko, E.N. (2022). Development of Technology for Extraction of Protein Isolate from Pumpkin Meal with its Further Use as Emulsifier in Mayonnaise Recipe, *Journal of Chemistry and Technologies*, 30(2), 222-228.
- Huang, L., Li, J., Bi, Y., Xu, Y., Wang, Y., Wang, J., & Peng, D. (2021). Simultaneous determination of α -tocopherol, β -tocopherol, γ -tocopherol, δ -tocopherol, sesamin, sesamol, and asaridin in sesame oil by normal-phase high performance liquid chromatography. *Journal of Food Composition and Analysis*, 104, 104132. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2021.104132>.
- Huang, Y., Liu, C., Ge, Z., Huang, F., Tang, H., Zhou, Q., Liu, R., Huang, J., & Zheng, C. (2023). Influence of different thermal treatment methods on the processing qualities of sesame seeds and cold-pressed oil. *Food Chemistry*, 404, 134683. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134683>.
- International Olive Council. (2020), Determination of the composition and content of sterols, triterpenic dialcohols and aliphatic alcohols by capillary column gas chromatography. COI/T.20/ Doc. No 26/Rev. 5.
- Izidoro, D.R., Scheer, A.P., Sierakowski, M.R. and Haminiuk, C.W.I. (2008). Influence of green banana pulp on the rheological behaviour and chemical characteristics of emulsions (mayonnaises). *LWT- Food Science and Technology*, 41(6), 1018-1028. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.07.009>.
- İlgöy-Gözükar, Ö. (2013). Bal kabağı tozunun fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikleri üzerine kurutma metotlarının etkisi ve bal kabağı tozunun kek üretiminde kullanımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Jasad, H. (2020). Farklı susam tohumu çeşitlerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağların karakterizasyonu ve oksidatif stabilitelerinin belirlenmesi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa.

- Jacobo-Velazquez, D.A. (2023). Transformation of carrots into novel food ingredients and innovative healthy foods. *Applied Food Research* 3, 100303, <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100303>.
- Kaltsa, O., Gatsi, I., Yanniotis, S. and Mandala, I. (2014). Influence of ultrasonication parameters on physical characteristics of olive oil model emulsions containing xanthan. *Food Bioprocess Technology*, 7:2038-2049. DOI 10.1007/s11947-014-1266-1.
- Kamel, D.G., Hammam, A.R.A., Nagm El-diin, M.A.H., Awasti, N., Abdel-Rahman, A.M. (2023). Nutritional, antioxidant, and antimicrobial assessment of carrot powder and its application as a functional ingredient in probiotic soft cheese. *Journal Dairy Science*, 106:1672–86. <https://doi.org/10.3168/JDS.2022-22090>.
- Kantekin-Erdoğan, M.N. (2014). Kısmi gliseritlerin mayonezin emülsiyon stabilitesi ve reolojisi üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Khalid, M.U., Shabbir, M.A., Mustafa, S., Hinac, S., Quddoos, M.Y., Mahmood, S., Maryam, Y., Faisal, F. and Rafique, A. (2021). Effect of apple peel as an antioxidant on the quality characteristics and oxidative stability of mayonnaise. *Applied Food Research* 1:100023.
- Khankeshizadeh, S.S., Rahman, A., Naderi, F., Khorshidian, N. and Mohammadi, M. (2024). *Ziziphora tenuior* L. essential oil as a bio-based antimicrobial and plant-based preservative for increasing the shelf life of mayonnaise. *Journal of Food Quality*, Article ID 6774892, 8 pages. <https://doi.org/10.1155/2024/6774892>.
- Kheirati Rounizi, S., Akrami Mohajeri, F., Moshtaghi Broujeni, H., Pourramezani, F., Jambarsang, S., Kiani, H., & Khalili Sadrabad, E. (2021). The chemical composition and heavy metal content of sesame oil produced by different methods: A risk assessment study. *Food Science and Nutrition*, 9(6), 2886–2893. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2245>.
- Kırbaş, Z., Kumcuoglu, S. and Tavman, S. (2019). Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten free batter rheology and cake properties. *Journal Food Science Technology*, 56(2), 914–926 <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>.
- Kıralan, M., Özkan, G., Bayrak, A. and Ramadan, M. F. (2014). Physicochemical properties and stability of black cumin (*Nigella sativa*) seed oil as affected by different extraction methods. *Industrial Crops and Products*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.03.026>.
- Kıralan, M., Çalik, G., Kıralan, S. and Ramadan, M.F. (2018). Monitoring stability and volatile oxidation compounds of coldpressed flax seed, grape seed and black cumin seed oils upon photo-oxidation. *Food Measure*, 12, 616–621 DOI 10.1007/s11694-017-9674-3.
- Kishk, Y.F.M. and Elsheshetawy, H.E. (2013). Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. *Annals of Agricultural Science*, 58(2), 213-220.
- Koçak, S. (2006). Mayonezde mikrobiyolojik raf ömrü. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Komaç, F. (2018). Düşük kolesterol ve yağ içerikli mayonez üretiminde avokado püresinin kullanım olanaklarının araştırılması. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Antalya.
- Korkmaz, S. (2023). Siyah havuçtan köpük kurutma yöntemleri ile elde edilen sebze tozlarının kalite ve biyoaktif özellikleri ile depolama stabilitesinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

- Kumar, Y., Roy, S., Devra, A., Dhiman, A., Prabhakar, P.K. (2021). Ultrasonication of mayonnaise formulated with xanthan and guar gums: rheological modeling, effects on optical properties and emulsion stability. *Food Science and Technology, LWT* 149, 111632.
- Kumaran, A. and Karunakaran, R.J. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 97, 109-114.
- Kwon, H., Ko, J.H. and Shin, H.S. (2015). Evaluation of antioxidant activity and oxidative stability of spice-added mayonnaise. *Food Scientist Biotechnology*, 24(4), 1285-1292.
- Li, M., Doyle, L., Velazquez, R., Pangloli, P. and Wu, T. (2023). The amount of vinegar added before and after emulsification affects the physical property and stability of mayonnaise. *LWT, Food Science and Technology*, 182, 114899. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114899>.
- Liu, H., Xu, X.M. and Guo, S.H.M. (2007). Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *Science Direct*, 40:946-954.
- Liu, X., Sun, H., Mu, T., Gontard, N. (2024). Exploring the potential of potato products: Puree and cellulose nanofibers, to improve the nutritional value of mayonnaise. *Food Chemistry*, 437, 137864. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2023.137864>.
- Majid, I., Nayik, G.A. and Nanda, V. (2015). Ultrasonication and food technology: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 1, 1-11.
- Mansouri, S., Pajohi-Alamoti, M., Aghajani, N., Bazargani-Gilani, B. and Nourian, A. (2021). Stability and antibacterial activity of *Thymus daenensis* L. essential oil nanoemulsion in mayonnaise. *Journal of Science Food Agricultural*, 101, 3880-3888. DOI 10.1002/jsfa.11026.
- Martillanes, S., Rocha-Pimientaa, J., Gild, M.V., Ayuso-Yusteb, M.C., Delgado-Adámez, J. (2020). Antioxidant and antimicrobial evaluation of rice bran (*Oryza sativa* L.) extracts in a mayonnaise-type emulsion. *Food Chemistry*, 308, 125633.
- Mason, T.J., Paniwnyk, L. and Lorimer, J.P. (1996). The uses of ultrasound in food technology. *ultrasonics sonochemistry*, 3, 253-260.
- Mattia, C.D., Balestra, F., Sacchetti, G., Neri, L., Mastrocola, D. and Pittia, P. (2015). Physical and structural properties of extra-virgin olive oil based mayonnaise. *LWT - Food Science and Technology*, 62, 764-770.
- McClements, D.J. (1996). Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Trends in Food Science & Technology*, 6, 293-299.
- McClements, D.J. (1999). *Food Emulsions: Principles, Practice, and Techniques*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- McClements D.J. (2004), *Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques*, Second Edition: CRC Press, 95-267.
- McClements, D.J. (2016a). Emulsion formation. In D. J. McClements (Ed.), *Food emulsions principles, practices, and techniques* (pp. 245–284). CRC Press Taylor & Francis Group.
- McClements, D.J. (2016b). Emulsion rheology. In D. J. McClements (Ed.), *Food emulsions principles, practices, and techniques* (pp. 383–436). CRC Press Taylor & Francis Group.

- Metri-Ojeda, J.C., Pérez-Alva, A., Recio-Cazares, S.L. and Baigts-Allende, D.K. (2020). Physicochemical and sensorial characterization of vegan mayonnaise using chia seed oil and mucilage (*Salvia hispanica* L.). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5, 485-489.
- Mirzanajafi-Zanjani, M., Yousefi, M., Ehsani, A. (2019). Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce. *Food Sci. Nutr.*, 7, 2471–2484.
- Mistrianu, S.L., Constantin, O.E., Horincar, G., Andronoiu, D.G., Stănciuc, N., Muresan, C. and Râpeanu, G. (2022). Beetroot by-product as a functional ingredient for obtaining value-added mayonnaise. *Processes*, 10(2), 227. <https://doi.org/10.3390/pr10020227>.
- Moradi, A., Davati, N., & Emamifar, A. (2023). Effects of *Cuminum cyminum* L. essential oil and its nanoemulsion on oxidative stability and microbial growth in mayonnaise during storage. *Food Science and Nutrition*, 11(8), 4781–4793. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3457>
- Mozuraityte, R., Kristinova, V., & Rustad, T. (2015). Oxidation of Food Components. In B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 186–190). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00508-0>
- Nishat, Z., Quddoos, M.Y., Shahzadi, N., Ameer, K., Ahmed, I.A.M., Yaqub, S., Mukhtar, S., Mahmood, S., Rafique, A., Raza, M.S., Shahzad, A., Hayat, B.U. and Aljobair, M.O. (2024). Probing the physicochemical impact of musk melon seed oil on mayonnaise. *Italian Journal of Food Science*, 36 (2), 181–194. DOI 10.15586/ijfs.v36i2.2527.
- Nessabian, M.S., Mansouripour, S. and Ramezan, Y. (2024). Sumac extract as a natural preservative in mayonnaise: effects on lipid oxidation, microbial growth, physicochemical, rheological, and sensory characteristics. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101463.
- Nidhal, H.E., Evanuarini, H. and Thohari, I. (2022). Potential of pumpkin flour as a stabilizer in reduced-fat mayonnaise. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)*, 17(1), 19-26.
- Nindo, C.I., Tanga, J., Powers, J.R., Takhar, P.S. (2007). Rheological properties of blueberry puree for processing applications. *Food Science and Technology*, 40(2), 292-299. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.10.003>.
- Onsaard, E., Putthanimon, J., Singthong, J. and Thammarutwasik, P. (2013). Influence of maltodextrin and environmental stresses on stability of whey protein concentrate/i-carrageenan stabilized sesame oil-in-water emulsions. *Food Science and Technology International*, 20(8), 617–628.
- Ozdemir, N., Kantekin-Erdogan, M.N., Tat, T. and Tekin, A. (2018). Effect of black cumin oil on the oxidative stability and sensory characteristics of mayonnaise. *J Food Sci Technology*, 55(4), 1562–1568.
- Özdemir, N. (2019). Fesleğen (*Ocimum Basilicum* L.) uçucu yağının püskürterek kurutma tekniği ile mikrokapsülasyonu ve model üründe uygulanması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, Ankara.
- Öztürk, T. (2019). Kabak (*Cucurbita Pepo* L.) çekirdeği ununun yağ ikamesi ve fonksiyonel ingredient olarak köfte üretiminde kullanım potansiyeli. 19 Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Park, J.J., Olawuyi, I.F. and Lee, W.Y. (2020). Characteristics of low-fat mayonnaise using different modified arrowroot starches as fat replacer. *International Journal of Biological Macromolecules*, 153, 215-223.

- Patil, U. and Benjakul, S. (2019). Physical and textural properties of mayonnaise prepared using virgin coconut oil/fish oil blend, *Food Biophysics*, 14, 260-268, <https://doi.org/10.1007/s11483-019-09579-x>.
- Pereira, A.M., Krumreich, F.D., Ramos, A.H., Krolow, A.C.R., Santos, R.B. and Gularte, M.A. (2020). Physicochemical characterization, carotenoid content and protein digestibility of pumpkin access flours for food application. *Food Science and Technology*, 40(2), 691-698.
- Prakash, S., Jha, S. K., Datta, N., (2004). Performance evaluation of blanched carrots dried by three different driers. *Journal of Food Engineering*, 62, 305-313.
- Primacella, M., Wang, T. and Acevedoa, N.C. (2019). Characterization of mayonnaise properties prepared using frozen-thawed egg yolk treated with hydrolyzed egg yolk proteins as anti-gelator. *Food Hydrocolloids*, 96, 529–536.
- Prokopov, T., Nikovska, K., Nikolova, M., Merdzhanov, P. and Dzhivoderova-Zarcheva, M. (2023). Effect of onion waste powder on the rheological characteristics, sensory attributes, and antioxidant properties of mayonnaise. *Czech Journal of Food Sciences*, 41 (3), 182-188. <http://doi.org/10.17221/19/2023-CJFS>.
- Purewal, S.S., Verma, P., Kaur, P., Sandhu, K.S., Singh, R.S., Kaur, A. and Salar, R.K. (2023). A comparative study on proximate composition, mineral profile, bioactive compounds and antioxidant properties in diverse carrot (*Daucus Carota* L.) flour. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 48.
- Rahmani Manglano, N.E., Gonzalez-Sanchez, I., Garcia-Moreno, P.J., Espejo-Carpio, F.J., Jacobsen, C. and Guadix, E.M. (2020). Development of fish oil-loaded microcapsules containing whey protein hydrolysate as film-forming material for fortification of low-fat mayonnaise. *Foods*, 9,545. doi:10.3390/foods9050545.
- Rahmati, N.F., Tehrani, M.M., Daneshvar, K. and Koocheki, A. (2015). Influence of selected gums and pregelatinized corn starch on reduced fat mayonnaise: modeling of properties by central composite design. *Food Biophysics*, 10, 39–50.
- Raikos, V., McDonagh, A., Ranawana, V. and Duthie, G. (2016). Processed beetroot (*Beta Vulgaris* L.) as a natural antioxidant in mayonnaise: effects on physical stability, texture and sensory attributes. *Food Science and Human Wellness*, 5, 191–198.
- Raikos, V., Hayes, H. and Ni, H. (2020). Aquafaba from commercially canned chickpeas as potential egg replacer for the development of vegan mayonnaise: recipe optimisation and storage stability. *International Journal of Food Science and Technology*, 55, 1935–1942.
- Rao, J. and McClements, D.J. (2011). Formation of flavor oil microemulsions, nanoemulsions and emulsions: influence of composition and preparation method, *J. Agric. Food Chem.*, 59(9), 5026–5035.
- Ravikumar, M., Suthar, H., Desai, C. and Sachin, Gowda, A.J. (2017). Ultrasonication: An Advanced Technology for Food Preservation, *Int. J. Pure App. Biosci.* 5(6): 363-371. doi:<http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.5481>.
- Rojas, V.M., Marconi, L., Guimarães-Inácio, A., Leimann, F.V., Tanamati, A., Gozzo, A.M., Fuchs, R.H.B., Barreiro, M.F., Barros, L., Ferreira, I.C.F.R. et al (2019). Formulation of mayonnaises containing pufas by the addition of microencapsulated chia seeds, pumpkin seeds and baru oils. *Food Chemistry*, 274, 220–227.
- Rudra, S.G., Hanan, E., Sagar, V.R., Bhardwaj, R., Basu, S. and Sharma, V. (2020). Manufacturing of mayonnaise with pea pod powder as a functional ingredient. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 2402–2413.

- Sadeghi, E., Mahtabani, A. and Karami, F. (2019). Considering the oxidative stability of cold-pressed sesame, sunflower, and olive oils under different storage conditions. *Food Technology*, 43(2), 70-83.
- Sadıksoy-Tunçay, K. (2020). Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyon yöntemlerinin çörek otu ve keten tohumu yağlarının bazı özellikleri üzerine etkisi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Van*.
- Safitri, A.R., Evanuarini, H. and Thohari, I. (2019). The potential of local ginger as antioxidant on full-fat mayonnaise. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 14(2), 90-98.
- Sallam, K.I., Abd-Elghany S.M., Kalman, I., Morar, A., Herman, V., Hussein, M.A. and Mahros, M.A. (2021). Ensuring safety and improving keeping quality of meatballs by addition of sesame oil and sesamol as natural antimicrobial and antioxidant agents. *Food Microbiology*, 99, 103834, <https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103834>
- Sanchez, A.L., Morales, M.V., Oomah, B.D., Medina-Godoy, S., Ochoa-Espinoza, X.M., Góngora-Gómez, A.M. and Espinosa-Alonso, L.G. (2019). Characteristics and antioxidant properties of cold pressed high oleic and linoleic oils from Mexican safflower varieties. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(9), 679-687.
- Santos, D., Lopes da Silva, J.A., Pintado, M. (2022). Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: a review on production. Process, Health Benefits and Technological Functionalities, 154, 112707.
- Sethi, S., Chauhan, O.P. And Anurag, R.K. (2017). Effect of high-pressure processing on quality and stability of green mango blended mayonnaise. *Journal Food Science Technology*, 54(8), 2341–2350, DOI 10.1007/s13197-017-2674-9.
- Shabbir, M.A., Iftikhar, F., Khan, M.R., Murtaza, M.A., Saeed, M., Mahmood, S. and Siraj, N. (2015). Effect of sesame sprouts powder on the quality and oxidative stability of mayonnaise. *Journal of Food and Nutrition Research*, 3(3), 138-145. DOI:10.12691/jfnr-3-3-2.
- Shi, L.K., Zheng, L., Jin, Q.Z. and Wang, X.G. (2017). Effects of adsorption on polycyclic aromatic hydrocarbon, lipid characteristic, oxidative stability, and free radical scavenging capacity of sesame oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 1700150, 119-129.
- Shi, L.K., Zheng, L., Zhang, Y., Liu, R., Chang, M., Huang, J., Jin, Q., Zhang, H. and Wang, X. (2018a). Evaluation and comparison of lipid composition, oxidation stability, and antioxidant capacity of sesame oil: an industrial-scale study based on oil extraction method. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 1800158, 120-129.
- Shi, L.K., Zheng, L., Liu, R.J., Chang, M., Jin, Q.Z. and Wang, X.G. (2018b). Chemical characterization, oxidative stability, and in vitro antioxidant capacity of sesame oils extracted by supercritical and subcritical techniques and conventional methods: a comparative study using chemometrics. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 1700326, 120-131.
- Silva, E.K., Rosa, M.T.M.G. and Meireles, M.A.A. (2015). Ultrasound-assisted formation of emulsions stabilized by biopolymers. *Current Opinion in Food Science*, 5:50–59.
- Soltan, O.I.A., Gazwi, H.S.S., Ragab, A.E., Aljohani, A.S.M., El-Ashmawy, I.M., Batiha, G.E.S., Hafiz, A.A. and Abdel-Hameed, S.M. (2023). Assessment of bioactive phytochemicals and utilization of rosa canina fruit extract as a novel natural antioxidant for mayonnaise. *Molecules*, 28, 3350. <https://doi.org/10.3390/molecules28083350>.
- Sözer, B. (2013). Yağ+Yağ Asidi+Çözücü sisteminin sıvı-sıvı faz dengelerinde kısmi gliseridlerin etkisi (Yüksek lisans tezi, basılmamış). *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.

- Sunaç-Yeniçeri, H. (2019). Kabak çekirdeği ile zenginleştirilen yoğurtların mikrobiyolojik, duyuusal, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Suri, K., Singh, B., Kaur, A., & Yadav, M. P. (2023). Physicochemical characteristics, oxidative stability, pigments, fatty acid profile and antioxidant properties of co-pressed oil from blends of peanuts, flaxseed and black cumin seeds. *Food Chemistry Advances*, 2, 100231. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100231>.
- Symoniuk, E., Wroniak, M., Napiórkowska, K., Brzezinska, R., Ratusz, K. (2022). Oxidative stability and antioxidant activity of selected cold pressed oils and oils mixtures. *Foods*, 11, 1597. <https://doi.org/10.3390/foods11111597>.
- Tang, S.Y., Shridharan, P. and Sivakumar, M. (2013). Impact of process parameters in the generation of novel aspirin nanoemulsions – comparative studies between ultrasound cavitation and microfluidizer. *Ultrasonic Sonochemistry*, 20(1), 485-497.
- Tarasevičienė, Ž., Laukagalis, V., Paulauskienė, A., Baltušnikienė, A., & Meškinytė, E. (2023). Quality changes of cold-pressed black cumin (*Nigella sativa* L.), safflower (*Carthamus tinctorius* L.), and milk thistle (*Silybum marianum* L.) seed oils during storage. *Plants*, 12(6), 1351. <https://doi.org/10.3390/plants12061351>.
- Tasliikh, M., Mollakhalili-Meybodi, N., Alizadeh, A. M., Mousavi, M.-M., Nayebzadeh, K., & Mortazavian, A. M. (2022). Mayonnaise main ingredients influence on its structure as an emulsion. *Journal of Food Science and Technology*, 59(6), 2108–2116. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05133-1>.
- Tavakoli, R., Karami, M., Bahramian, S. and Emamifar, A. (2021a). Feasibility of preservative-free mayonnaise production by ultrasonication: evaluation of physicochemical and sensorial properties of the product during the self life. *Journal of Innovatives of Food Technology*, 8(1), 139-156.
- Tavakoli, R., Karami, M., Bahramian, S. and Emamifar, A. (2021b). Production of low-fat mayonnaise without preservatives: using the ultrasonic process and investigating of microbial and physicochemical properties of the resultant product. *Food Science and Nutrition*, 9, 2676–2685.
- Teneva, D., Denkova, Z., Denkova-Kostova, R., Goranov, B., Kostov, G., Slavchev, A., Hristova-Ivanova, Y., Uzunova, G. and Degraeve, P. (2021). Biological preservation of mayonnaise with *Lactobacillus plantarum* LBRZ12, dill, and basil essential oils. *Food Chemistry*, 344, 128707, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128707>.
- Tenyang, N., Ponka, R., Tiencheu, B., Djikeng, F.T., Azmeera, T., Karuna, M.S.L., Prasad, R.B.N. and Womeni, H.M. (2017). Effects of boiling and roasting on proximate composition, lipid oxidation, fatty acid profile and mineral content of two sesame varieties commercialized and consumed in far-north region of cameroon. *Food Chemistry* 221, 1308–1316.
- Thakur, K., Kapoor, S., Kapoor, A., Aggarwal, P., Kumar, V., & Tyagi, S. K. (2023). Tomato seed oil enriched mayonnaise: structural, rheological, and biochemical characterization. *Journal of Food Science and Technology*, 60(9). <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05771-7>.
- Than, W.T. and Win, S. (2020). The effects of various food stabilizers on quality evaluation of low fat mayonnaise. *University of Mandalay, Research Journal*, 11:190-197.
- Tiwari, B.K., Muthukumarappan, K., O'Donnell, C.P. and Cullen, P.J. (2010). Rheological properties of sonicated guar, xanthan and pectin dispersions. *International Journal of Food Properties*, 13, 2, 223-233, DOI: 10.1080/10942910802317610.

- Tuna, H.E. (2015). Gıda atığı olan vişne, nar, kabak ve kayısı çekirdeklerinin kek üretiminde değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Turker, I., Isleroglu, H. and Pandiselvam, R. (2024). Preservation potential of fenugreek seed and leaf extracts in mayonnaise: impact on antioxidant activity, peroxide value, and sensory quality. *Journal of Food Biochemistry*, Article ID 8558239, 16 pages. <https://doi.org/10.1155/2024/8558239>.
- Türkavcı, E. (2021). Soğuk pres tekniğiyle elde edilen haşhaş (*Papaver Somniferum* L.) yağlarının fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Afyon.
- Unal, K., Babaoğlu, A.S., Erdem, N., Dilek, N.M. (2022). The effect of pumpkin powder on the physicochemical, emulsification, and textural properties of beef. *Journal Food Process Preservation*;46:e16728. <https://doi.org/10.1111/JFPP.16728>.
- Ünver, N., Çelik, Ş., Sayar, S., Ergün, B. & Yakar, Y. (2023). Investigation of the possibilities of using oleaster fruit flour in the production of low-fat- low-cholesterol mayonnaise. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(1), 137-144. DOI: 10.29050/harranziraat.1196007.
- Vieira, M.R., Simões, S., Carrera-Sánchez, C., Raymundo, A. (2023). Development of a clean label mayonnaise using fruit flour. *Foods*, 12, 2111. <https://doi.org/10.3390/foods12112111>.
- Villamil, R.A., Escobar, N., Romero, L.N., Huesa, R., Plazas, A.V., Gutiérrez, C., Robelto, G.E. (2023). Perspectives of pumpkin pulp and pumpkin shell and seeds uses as ingredients in food formulation. *Nutrition & Food Science*, 53(2), 459-473, <https://doi.org/10.1108/NFS-04-2022-0126>.
- Wang, L., Chen, Z., Han, B., Wu, W., Zhao, Q., Wei, C. and Liu, W. (2020). Comprehensive analysis of volatile compounds in cold pressed safflower seed oil from Xinjiang, China. *Food Science and Nutrition*, 8(2), 903–914.
- Wang, W.; Hu, C.; Sun, H.; Zhao, J.; Xu, C.; Ma, Y.; Ma, J.; Jiang, L.; Hou, J. (2022). Physicochemical properties, stability and texture of soybean-oil-body-substituted low-fat mayonnaise: effects of thickeners and storage temperatures. *Foods*, 11, 2201. <https://doi.org/10.3390/foods11152201>.
- Wong, M. L., Timms, R. E., & Goh, E. M. (1988). Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein and stearin. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 65(2), 258–261. <https://doi.org/10.1007/bf02636412> LB - Wong1988.
- Wood, R. W., & Loomis, A. L. (1927). XXXVIII. The physical and biological effects of high-frequency sound-waves of great intensity. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 4(22), 417-436
- Yıldırım, M. (2015). Stability of double emulsions for food applications. Middle East Technical University, Food Engineering Department, Food Engineering Department, Ankara.
- Yılmaz, M. (2014). Ultrasonikasyonun elma suyunda bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklere etkisinin yüzey cevap yöntemi ile belirlenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bolu.
- Yildirim, M., Sumnu, G. And Sahin, S. (2016). Rheology, particle-size distribution, and stability of low-fat mayonnaise produced via double emulsions, *Food Science Biotechnology*, 25(6):1613-1618. DOI 10.1007/s10068-016-0248-7.

Zhao, M., Jiao, M., Zhou, F., Lin, L. and Sun, W. (2018). Interaction of B-conglycinin with catechin-impact on physical and oxidative stability of safflower oil-in-water emulsion. *Food Chemistry* 268, 315–323.



EKLER

EK 1 Tam yağlı mayonezlerin soğuk pres yağ konsantrasyonu, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivitesi (DPPH) ile 4 °C'de saklanan mayonezlerden ekstrakte edilen lipidlerin K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Kons	TPC	DPPH	K ₂₃₂ -0	K ₂₃₂ -6Ay	K ₂₇₀ -0	K ₂₇₀ -6Ay
<u>SAM</u>							
Kons	1						
TPC	0.781**	1					
DPPH	0.964**	0.775**	1				
K ₂₃₂ -0	0.568**	0.429	0.479*	1			
K ₂₃₂ -6Ay	-0.185	-0.053	-0.213	-0.136	1		
K ₂₇₀ -0	-0.363	-0.057	-0.371	0.190	0.244	1	
K ₂₇₀ -6Ay	-0.890**	-0.731**	-0.920**	-0.376	0.317	0.366	1
<u>SCM</u>							
Kons	1						
TPC	0.808**	1					
DPPH	0.882**	0.665**	1				
K ₂₃₂ -0	0.891**	0.652**	0.878**	1			
K ₂₃₂ -6Ay	-0.944**	-0.714**	-0.862**	-0.928**	1		
K ₂₇₀ -0	0.203	0.173	0.162	0.365	-0.227	1	
K ₂₇₀ -6Ay	-0.967**	-0.866**	-0.764**	-0.794**	0.870**	-0.185	1
<u>SSM</u>							
Kons	1						
TPC	0.330	1					
DPPH	0.903**	0.156	1				
K ₂₃₂ -0	0.082	-0.431	0.125	1			
K ₂₃₂ -6Ay	-0.978**	-0.309	-0.899**	-0.056	1		
K ₂₇₀ -0	0.270	-0.117	0.360	0.343	-0.160	1	
K ₂₇₀ -6Ay	-0.959**	-0.412	-0.834**	-0.032	0.942**	-0.196	1

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.05$); ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.01$). Kons: Soğuk pres yağ konsantrasyonu, DPPH: DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite, K₂₃₂-0: Depolamadan önce K₂₃₂, K₂₃₂-6Ay: 4 °C'de 6 aylık depolamadan sonra K₂₃₂, K₂₇₀-0: Depolamadan önce K₂₇₀, K₂₇₀-6Ay: 4 °C'de 6 aylık depolamadan sonra K₂₇₀, TPC: Toplam fenolik içerik.

EK 2 Tam yağlı mayonezlerin soğuk pres yağ konsantrasyonu, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivitesi (DPPH) ile 25 °C'de depolanan mayonezlerden elde edilen lipidlerin K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Kons	TPC	DPPH	PA-0	PA-4Hf	PV-0	PV-4Hf	K ₂₃₂ -0	K ₂₃₂ -4Hf	K ₂₇₀ -0	K ₂₇₀ -4Hf
<u>SAM</u>											
Kons	1										
TPC	0.781**	1									
DPPH	0.964**	0.775**	1								
PA-0	-0.909**	-0.567**	-0.858**	1							
PA-4Hf	-0.888**	-0.739**	-0.873**	0.844**	1						
PV-0	-0.522*	-0.689**	-0.538*	0.287	0.330	1					
PV-4Hf	-0.293	-0.391	-0.335	0.197	0.381	0.090	1				
K ₂₃₂ -0	0.568**	0.429	0.479*	-0.573**	-0.595**	-0.326	-0.126	1			
K ₂₃₂ -4Hf	-0.786**	-0.573**	-0.785**	0.772**	0.820**	0.478*	0.256	-0.696**	1		
K ₂₇₀ -0	-0.363	-0.057	-0.371	0.314	0.173	0.051	0.224	0.190	0.042	1	
K ₂₇₀ -4Hf	-0.957**	-0.801**	-0.940**	0.827**	0.918**	0.489*	0.402	-0.562**	0.778**	0.302	1
<u>SCM</u>											
Kons	1										
TPC	0.808**	1									
DPPH	0.882**	0.665**	1								
PA-0	-0.880**	-0.591**	-0.851**	1							
PA-4Hf	-0.344	-0.145	-0.396	0.332	1						
PV-0	0.708**	0.476*	0.925**	-0.712**	-0.451*	1					
PV-4Hf	-0.480*	-0.350	-0.624**	0.591**	0.360	-0.670**	1				
K ₂₃₂ -0	0.891**	0.652**	0.878**	-0.769**	-0.441	0.756**	-0.491*	1			
K ₂₃₂ -4Hf	-0.470*	-0.344	-0.400	0.281	0.225	-0.263	0.181	-0.408	1		
K ₂₇₀ -0	0.203	0.173	0.162	-0.150	-0.141	0.126	-0.120	0.365	-0.155	1	
K ₂₇₀ -4Hf	-0.739**	-0.548*	-0.703**	0.588**	0.257	-0.545*	0.347	-0.623**	0.856**	0.003	1
<u>SSM</u>											
Kons	1										
TPC	0.330	1									
DPPH	0.903**	0.156	1								
PA-0	-0.936**	-0.502*	-0.744**	1							
PA-4Hf	-0.678**	0.032	-0.605**	0.561*	1						
PV-0	-0.499*	0.131	-0.592**	0.321	0.515*	1					
PV-4Hf	-0.906**	-0.305	-0.712**	0.900**	0.522*	0.308	1				
K ₂₃₂ -0	0.082	-0.431	0.125	0.049	-0.196	-0.571**	-0.109	1			
K ₂₃₂ -4Hf	-0.862**	-0.248	-0.773**	0.811**	0.762**	0.557*	0.672**	-0.082	1		
K ₂₇₀ -0	0.270	-0.117	0.360	-0.092	-0.171	-0.384	-0.236	0.343	-0.078	1	
K ₂₇₀ -4Hf	-0.873**	-0.114	-0.864**	0.744**	0.795**	0.674**	0.644**	-0.291	0.919**	-0.269	1

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.05$); **Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.01$).SAM: Aspir yağı içeren mayonez, SSM: Susam yağı içeren mayonez, SÇM: Çörek otu yağı içeren mayonez. Kons: Soğuk pres yağ konsantrasyonu, DPPH: DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite, K₂₃₂-0: Depolamadan önce K₂₃₂, K₂₃₂-4Hf: 4 °C'de 4 haftalık depolamadan sonra K₂₃₂, K₂₇₀-0: Depolamadan önce K₂₇₀, K₂₇₀-4Hf: 4 °C'de 4 haftalık depolamadan sonra K₂₇₀, TPC: Toplam fenolik madde içeriği.

EK 3 Düşük yağlı mayonezlerin soğuk pres susam yağı konsantrasyonu, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivitesi (DPPH) ile 4 °C'de saklanan mayonezlerden ekstrakte edilen lipidlerin K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Kons	TPC	US/TPC	DPPH	US/DPPH	K ₂₃₂ -0	US/K ₂₃₂ -0	K ₂₃₂ -6Ay	US/K ₂₃₂ -6Ay	K ₂₇₀ -0	US/K ₂₇₀ -0	K ₂₇₀ -6Ay	US/K ₂₇₀ -6Ay
Kons	1												
TPC	0.063	1											
US/TPC	0.389	0.122	1										
DPPH	0.868**	0.455	0.428	1									
US/DPPH	0.897**	0.381	0.427	0.937**	1								
K ₂₃₂ -0	0.212	-0.323	0.043	0.130	0.076	1							
US/K ₂₃₂ -0	-0.081	-0.437	-0.224	-0.183	-0.178	0.758**	1						
K ₂₃₂ -6Ay	-0.711**	0.325	-0.086	-0.455	-0.419	-0.621*	-0.329	1					
US/K ₂₃₂ -6Ay	-0.745**	0.219	-0.491	-0.593*	-0.610*	-0.297	-0.018	0.753**	1				
K ₂₇₀ -0	-0.977**	0.000	-0.424	-0.823**	-0.897**	-0.201	0.000	0.674*	0.778**	1			
US/K ₂₇₀ -0	-0.978**	-0.146	-0.460	-0.876**	-0.897**	-0.106	0.265	0.633*	0.725**	0.938**	1		
K ₂₇₀ -6Ay	-0.954**	0.018	-0.288	-0.783**	-0.773**	-0.405	-0.071	0.841**	0.698*	0.904**	0.914**	1	
US/K ₂₇₀ -6Ay	-0.926**	0.007	-0.443	-0.854**	-0.886**	-0.329	-0.074	0.654*	0.814**	0.942**	0.882**	0.863**	1

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.05$); ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.01$). Kons: Soğuk pres susam yağı konsantrasyonu, US/ :Ultrasonikasyon uygulanmış mayonezde yapılan analiz sonucu, DPPH: DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite, K₂₃₂-0: Depolamadan önce K₂₃₂, K₂₃₂-6Ay: 4 °C'de 6 aylık depolamadan sonra K₂₃₂, K₂₇₀-0: Depolamadan önce K₂₇₀, K₂₇₀-6Ay: 4 °C'de 6 aylık depolamadan sonra K₂₇₀, TPC: Toplam fenolik içerik.

EK 4 Düşük yağlı mayonezlerin soğuk pres susam yağı konsantrasyonu, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivitesi (DPPH) ile 25 °C'de depolanan mayonezlerden elde edilen lipidlerin K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Kons	TPC		DPPH		PA-0		PA-4Hf		PV-0		PV-4Hf		K232-0		K232-4Hf		K270-0		K270-4Hf	
		DM	USDM	DM	USDM	DM	USDM	DM	USDM	DM	USDM	DM	USDM	DM	USD M	DM	USD M	DM	USDM	DM	USDM
Kons	1																				
TPC	0.063	1																			
US/TPC	0.389	0.122	1																		
DPPH	0.868**	0.455	0.428	1																	
US/DPPH	0.897**	0.381	0.427	0.937**	1																
PA-0	-0.856**	0.202	-0.335	-0.686*	-0.737**	1															
US/PA-0	-0.797**	0.084	-0.384	-0.731**	-0.697*	0.940**	1														
PA-4Hf	-0.586*	0.116	-0.277	-0.577*	-0.630*	0.767**	0.719**	1													
US/PA-4Hf	-0.905**	-0.404	-0.289	-0.911**	-0.914**	0.650*	0.638*	0.471	1												
PV-0	-0.044	-0.205	0.702*	-0.032	0.035	-0.043	-0.060	-0.162	0.250	1											
US/PV-0	-0.340	-0.140	-0.486	-0.530	-0.445	0.533	0.694*	0.548	0.278	-0.435	1										
PV-4Hf	-0.738**	-0.263	-0.043	-0.762**	-0.738**	0.516	0.465	0.359	0.768**	0.166	0.346	1									
US/PV-4Hf	0.483	0.071	0.190	0.387	0.431	-0.168	-0.022	-0.190	-0.554	-0.164	0.210	-0.548	1								
K ₂₃₂ -0	0.212	-0.323	0.043	0.130	0.076	-0.500	-0.677*	-0.341	-0.058	0.088	-0.569	0.062	-0.539	1							
US/K ₂₃₂ -0	-0.081	-0.437	-0.224	-0.183	-0.178	-0.382	-0.435	-0.446	0.238	-0.075	-0.323	0.318	-0.586*	0.758**	1						
K ₂₃₂ -4Hf	-0.640*	-0.539	-0.525	-0.798**	-0.758**	0.286	0.264	0.302	0.711**	-0.194	0.239	0.680*	-0.566	0.373	0.621*	1					
US/K ₂₃₂ -4Hf	-0.347	-0.655*	0.045	-0.500	-0.437	-0.090	-0.125	-0.033	0.619*	0.457	-0.251	0.575	-0.689*	0.600*	0.657*	0.702*	1				
K ₂₇₀ -0	-0.977**	0.000	-0.424	-0.823**	-0.897**	0.898**	0.799**	0.687*	0.844**	-0.061	0.375	0.697*	-0.450	-0.201	0.000	0.617*	0.259	1			
US/K ₂₇₀ -0	-0.978**	-0.146	-0.460	-0.876**	-0.897**	0.750**	0.703*	0.473	0.910**	-0.029	0.319	0.773**	-0.553	-0.106	0.265	0.741**	0.431	0.938**	1		
K ₂₇₀ -4Hf	-0.941**	0.115	-0.305	-0.746**	-0.781**	0.904**	0.819**	0.680*	0.790**	0.130	0.242	0.569	-0.443	-0.272	-0.138	0.458	0.227	0.940**	0.865**	1	
US/K ₂₇₀ -4Hf	-0.979**	-0.172	-0.358	-0.886**	-0.903**	0.813**	0.794**	0.495	0.938**	0.111	0.372	0.751**	-0.437	-0.256	0.109	0.615*	0.370	0.929**	0.968**	0.885**	1

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.05$); **Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.01$). Kons: Soğuk pres susam yağı konsantrasyonu, US/ :Ultrasonikasyon uygulanmış mayonezde yapılan analiz sonucu, DM: Düşük yağlı mayonez, USDM: Ultrasonikasyon uygulanan düşük yağlı mayonez, DPPH: DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite, K₂₃₂-0: Depolamadan önce K₂₃₂, K₂₃₂-4Hf: 4 °C'de 4 haftalık depolamadan sonra K₂₃₂, K₂₇₀-0: Depolamadan önce K₂₇₀, K₂₇₀-4Hf: 4 °C'de 4 haftalık depolamadan sonra K₂₇₀, TPC: Toplam fenolik madde içeriği.

EK 5 Meyve/sebze unlu mayonezlerin meyve/sebze unu konsantrasyonu, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivitesi (DPPH) ile 4 °C’de saklanan mayonezlerden ekstrakte edilen lipidlerin K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Kons	TPC	DPPH	K ₂₃₂ -0	K ₂₃₂ -6Ay	K ₂₇₀ -0	K ₂₇₀ -6Ay
HM							
Konst (HS0)	1						
TPC	0.998**	1					
DPPH	0.999**	0.998**	1				
K232-0	-0.977**	-0.985**	-0.975**	1			
K232-6Ay	-0.857**	-0.879**	-0.873**	0.872**	1		
K270-0	-0.971**	-0.981**	-0.969**	0.999**	0.860**	1	
K270-6Ay	-0.849**	-0.871**	-0.848**	0.923**	0.742**	0.936**	1
Konst (HM0)	1						
TPC	0.997**	1					
DPPH	0.999**	0.999**	1				
K232-0	-0.964**	-0.968**	-0.965**	1			
K232-6Ay	-0.970**	-0.984**	-0.978**	0.966**	1		
K270-0	-0.611*	-0.605*	-0.602*	0.769**	0.602*	1	
K270-6Ay	0.573	0.544	0.556	-0.465	-0.456	-0.065	1
BKM							
Konst (KÇ0)	1						
TPC	0.999**	1					
DPPH	0.992**	0.992**	1				
K232-0	-0.967**	-0.972**	-0.954**	1			
K232-6Ay	-0.813**	-0.811**	-0.874**	0.754**	1		
K270-0	-0.984**	-0.986**	-0.966**	0.995**	0.751**	1	
K270-6Ay	-0.952**	-0.951**	-0.938**	0.899**	0.780**	0.925**	1
Konst (KM0)	1						
TPC	0.999**	1					
DPPH	0.996**	0.995**	1				
K232-0	-0.924**	-0.930**	-0.919**	1			
K232-6Ay	-0.996**	-0.993**	-0.998**	0.917**	1		
K270-0	-0.950**	-0.954**	-0.942**	0.992**	0.942**	1	
K270-6Ay	-0.782**	-0.779**	-0.788**	0.728**	0.804**	0.762**	1

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır ($p < 0.05$); ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır ($p < 0.01$), HM: Havuç unu içeren mayonezler, BKM: Bal kabağı unu içeren mayonezler, Kons: Meyve unu konsantrasyonu, Kons (HS0): Kontrol olarak HS0 kodlu örneğin seçildiği konsantrasyonlar, Kons (HM0): Kontrol olarak HM0 kodlu örneğin seçildiği konsantrasyonlar, Kons (KÇ0): Kontrol olarak KÇ0 kodlu örneğin seçildiği konsantrasyonlar, Kons (KM0): Kontrol olarak KM0 kodlu örneğin seçildiği konsantrasyonlar, DPPH: DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite, K₂₃₂-0: Depolamadan önce K₂₃₂, K₂₃₂-6Ay: 4 °C’de 6 aylık depolamadan sonra K₂₃₂, K₂₇₀-0: Depolamadan önce K₂₇₀, K₂₇₀-6Ay: 4 °C’de 6 aylık depolamadan sonra K₂₇₀, TPC: Toplam fenolik içerik.

EK 6 Meyve/sebze unlu mayonezlerin havuç unu konsantrasyonu, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivitesi (DPPH) ile 25 °C'de depolanan mayonezlerden elde edilen lipidlerin K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Kons	TPC	DPPH	PA-0	PA-4Hf	PV-0	PV-4Hf	K ₂₃₂ -0	K ₂₃₂ -4Hf	K ₂₇₀ -0	K ₂₇₀ -4Hf
HM											
Kons (HS0)	1										
TPC	0.998**	1									
DPPH	0.999**	0.998**	1								
PA-0	0.895**	0.917**	0.894**	1							
PA-4Hf	-0.322	-0.351	-0.311	-0.602*	1						
PV-0	-0.971**	-0.982**	-0.969**	-0.967**	0.477	1					
PV-4Hf	-0.994**	-0.985**	-0.993**	-0.845**	0.246	0.938**	1				
K ₂₃₂ -0	-0.977**	-0.985**	-0.975**	-0.957**	0.450	0.998**	0.946**	1			
K ₂₃₂ -4Hf	-0.903**	-0.918**	-0.903**	-0.893**	0.466	0.946**	0.862**	0.941**	1		
K ₂₇₀ -0	-0.971**	-0.981**	-0.969**	-0.960**	0.459	0.998**	0.939**	0.999**	0.937**	1	
K ₂₇₀ -4Hf	-0.916**	-0.934**	-0.916**	-0.949**	0.593*	0.968**	0.872**	0.963**	0.967**	0.960**	1
Kons (HM0)	1										
TPC	0.997**	1									
DPPH	0.999**	0.999**	1								
PA-0	0.620*	0.660*	0.643*	1							
PA-4Hf	-0.463	-0.496	-0.478	-0.807**	1						
PV-0	-0.971**	-0.982**	-0.977**	-0.755**	0.604*	1					
PV-4Hf	-0.998**	-0.999**	-0.999**	-0.661*	0.505	0.984**	1				
K ₂₃₂ -0	-0.964**	-0.968**	-0.965**	-0.646*	0.519	0.960**	0.966**	1			
K ₂₃₂ -4Hf	-0.924**	-0.938**	-0.933**	-0.701*	0.609*	0.963**	0.939**	0.915**	1		
K ₂₇₀ -0	-0.611*	-0.605*	-0.602*	-0.289	0.371	0.588*	0.601*	0.769**	0.539	1	
K ₂₇₀ -4Hf	0.404	0.357	0.374	-0.103	0.184	-0.256	-0.374	-0.246	-0.110	-0.047	1

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.05$); **Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.01$), HM: Havuç unu içeren mayonezler, Kons: Meyve unu konsantrasyonu, Kons (HS0): Kontrol olarak HS0 kodlu örneğin seçildiği konsantrasyonlar, Kons (HM0): Kontrol olarak HM0 kodlu örneğin seçildiği konsantrasyonlar, DPPH: DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite, K₂₃₂-0: Depolamadan önce K₂₃₂, K₂₃₂-4Hf: 4 °C'de 4 haftalık depolamadan sonra K₂₃₂, K₂₇₀-0: Depolamadan önce K₂₇₀, K₂₇₀-4Hf: 4 °C'de 4 haftalık depolamadan sonra K₂₇₀, TPC: Toplam fenolik madde içeriği.

EK 7 Meyve/sebze unlu mayonezlerin bal kabağı unu konsantrasyonu, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivitesi (DPPH) ile 25 °C'de depolanan mayonezlerden elde edilen lipitlerin K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Kons	TPC	DPPH	PA-0	PA-4Hf	PV-0	PV-4Hf	K ₂₃₂ -0	K ₂₃₂ -4Hf	K ₂₇₀ -0	K ₂₇₀ -4Hf
BKM											
Kons (KÇ0)	1										
TPC	0.999**	1									
DPPH	0.992**	0.992**	1								
PA-0	-0.508	-0.518	-0.535	1							
PA-4Hf	-0.900**	-0.899**	-0.889**	0.506	1						
PV-0	0.419	0.418	0.405	-0.476	-0.349	1					
PV-4Hf	-0.989**	-0.988**	-0.963**	0.477	0.902**	-0.426	1				
K ₂₃₂ -0	-0.967**	-0.972**	-0.954**	0.404	0.889**	-0.385	0.964**	1			
K ₂₃₂ -4Hf	-0.982**	-0.982**	-0.953**	0.480	0.906**	-0.435	0.997**	0.965**	1		
K ₂₇₀ -0	-0.984**	-0.986**	-0.966**	0.426	0.903**	-0.397	0.985**	0.995**	0.984**	1	
K ₂₇₀ -4Hf	-0.985**	-0.987**	-0.964**	0.489	0.906**	-0.437	0.991**	0.973**	0.996**	0.987**	1
Konst (KM0)	1										
TPC	0.999**	1									
DPPH	0.996**	0.995**	1								
PA-0	-0.194	-0.203	-0.230	1							
PA-4Hf	-0.964**	-0.964**	-0.951**	0.213	1						
PV-0	0.419	0.419	0.408	-0.196	-0.412	1					
PV-4Hf	-0.986**	-0.987**	-0.968**	0.133	0.971**	-0.408	1				
K ₂₃₂ -0	-0.924**	-0.930**	-0.919**	0.162	0.901**	-0.274	0.923**	1			
K ₂₃₂ -4Hf	-0.981**	-0.983**	-0.961**	0.141	0.974**	-0.406	0.994**	0.911**	1		
K ₂₇₀ -0	-0.950**	-0.954**	-0.942**	0.179	0.928**	-0.349	0.953**	0.992**	0.937**	1	
K ₂₇₀ -4Hf	-0.922**	-0.925**	-0.913**	0.195	0.908**	-0.151	0.927**	0.960**	0.924**	0.960**	1

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.05$); **Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır ($p<0.01$), BKM: Bal kabağı unu içeren mayonezler, Kons: Meyve unu konsantrasyonu, Kons (KÇ0): Kontrol olarak KÇ0 kodlu örneğin seçildiği konsantrasyonlar, Kons (KM0): Kontrol olarak KM0 kodlu örneğin seçildiği konsantrasyonlar, DPPH: DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite, K₂₃₂-0: Depolamadan önce K₂₃₂, K₂₃₂-4Hf: 4 °C'de 4 haftalık depolamadan sonra K₂₃₂, K₂₇₀-0: Depolamadan önce K₂₇₀, K₂₇₀-4Hf: 4 °C'de 4 haftalık depolamadan sonra K₂₇₀, TPC: Toplam fenolik madde içeriği.