

**T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SOĞUK PRES TEKNİĞİ İLE ELDE EDİLEN CHİA TOHUMU ATIKLARININ  
SALATA SOSU ÜRETİMİNDE KULLANILMASI**

**ALİCAN AKÇİÇEK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN  
YRD. DOÇ. DR. SALİH KARASU**

**İSTANBUL, 2017**

**T.C.**  
**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SOĞUK PRES TEKNİĞİ İLE ELDE EDİLEN CHİA TOHUMU ATIKLARININ**  
**SALATA SOSU ÜRETİMİNDE KULLANILMASI**

Alican AKÇİÇEK tarafından hazırlanan tez çalışması 25.05.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Yrd. Doç. Dr. Salih KARASU  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Doç. Dr. Ümit GEÇGEL  
Namık Kemal Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Salih KARASU  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ömer Said TOKER  
Yıldız Teknik Üniversitesi

## ÖNSÖZ

---

Yüksek lisans eğitimim ve çalışmalarımın her aşamasında kıymetli ve değerli yardımlarını benden esirgemeyen, bilimsel bilgi ve deneyimlerini mütemadiyen benimle paylaşan birlikte çalışmaktan onur ve gurur duyduğum saygıdeğer tez danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Salih KARASU'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım ve eğitimim boyunca yardıma gereksinim duyduğum her anda desteklerini daima arkamda hissettiğim Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nün değerli öğretim üyeleri, araştırma görevlilerine ve tez savunmamda yer alan saygıdeğer jüri üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, vatana ve millete faydalı bir birey olmam için beni yetiştiren babam Sayın Emir Ali AKÇİÇEK, annem Sayın Kabire AKÇİÇEK ve ablam Tuğçe AKÇİÇEK'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs, 2017

Alican AKÇİÇEK

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

|                                                                |      |
|----------------------------------------------------------------|------|
| SİMGE LİSTESİ.....                                             | vi   |
| KISALTMA LİSTESİ.....                                          | vii  |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                             | viii |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                          | ix   |
| ÖZET .....                                                     | x    |
| ABSTRACT.....                                                  | xi   |
| BÖLÜM 1                                                        |      |
| GİRİŞ.....                                                     | 1    |
| 1.1    Literatür Özeti.....                                    | 1    |
| 1.2    Tezin Amacı.....                                        | 5    |
| 1.3    Hipotez.....                                            | 5    |
| BÖLÜM 2                                                        |      |
| LİTERATÜR TARAMASI .....                                       | 6    |
| 2.1    Emülsiyonların Genel Özellikleri .....                  | 6    |
| 2.2    Salata Sosu Formülasyonunda Kullanılan Bileşenler ..... | 10   |
| 2.2.1    Yağ .....                                             | 10   |
| 2.2.2    Su .....                                              | 11   |
| 2.2.3    Emülgatörler .....                                    | 11   |
| 2.2.4    Stabilizatörler.....                                  | 12   |
| 2.2.5    Asitlik Verici Ajanlar .....                          | 13   |
| 2.2.6    Şeker ve Tuzlar .....                                 | 14   |
| 2.2.7    Baharatlar ve Aroma Bileşenleri.....                  | 14   |
| 2.2.8    Koruyucular.....                                      | 15   |
| 2.3.    Salata Soslarının Kalite Parametreleri .....           | 15   |
| 2.3.1    Reolojik Özellikler .....                             | 15   |

|       |                                                             |    |
|-------|-------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.2 | Salata Soslarının Stabilit e  zellikleri.....               | 17 |
| 2.3.3 | Mikro Yapısal  zellikler .....                              | 18 |
| 2.4   | Soğuk Pres Yağ Atıkları ve Geri Kazanım Potansiyelleri..... | 18 |
| 2.5   | Yağı Azaltılmış Salata Sosları .....                        | 20 |

### BÖLÜM 3

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| MATERYAL VE YÖNTEM .....                                             | 22 |
| 3.1 Materyal .....                                                   | 22 |
| 3.2 Yöntem .....                                                     | 23 |
| 3.2.1 Salata Sosu  retimi.....                                       | 23 |
| 3.2.2 DeneySEL Dizayn .....                                          | 23 |
| 3.2.3 Reolojik Analizler .....                                       | 25 |
| 3.2.3.1 Akış Davranış Reolojik  zellikler .....                      | 25 |
| 3.2.3.2 Dinamik Reolojik Analizler .....                             | 26 |
| 3.2.3.3 3 –ITT (3 Zaman Aralıklı TiksoTropik Test).....              | 27 |
| 3.2.4 Emülsiyon  zellikleri.....                                     | 28 |
| 3.2.4.1 Emülsiyon Stabilitesi .....                                  | 28 |
| 3.2.4.2 Zeta Potansiyeli ( $\zeta$ ) ve Partikül Boyutu  l  m  ..... | 28 |
| 3.2.5 İstatistiksel Analiz.....                                      | 29 |

### BÖLÜM 4

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŐMA .....                                | 30 |
| 4.1 Yatışkan Faz  zellikleri .....                                   | 30 |
| 4.2 Viskoelastik  zellikler .....                                    | 41 |
| 4.3 Salata Soslarının Stabilitesi ve Mikroyapısal  zellikler .....   | 50 |
| 4.3.1 Emülsiyon Stabilitesi .....                                    | 50 |
| 4.4 Partikül Boyutu ve Zeta ( $\zeta$ ) Potansiyeli .....            | 50 |
| 4.5 Optimum Konsantrasyonların Belirlenmesi .....                    | 52 |
| 4.6 Optimum Formülasyona Göre üretilen ürünün Karakterizasyonu ..... | 55 |
| 4.6.1 3 Zaman Aralıklı TiksoTropik Test (3-ITT) .....                | 55 |

### BÖLÜM 5

|                         |    |
|-------------------------|----|
| SONUÇ VE ÖNERİLER ..... | 58 |
| KAYNAKLAR .....         | 60 |
| ÖZGEÇMİŞ .....          | 65 |

## SİMGE LİSTESİ

---

|                    |                                                          |
|--------------------|----------------------------------------------------------|
| $a_w$              | Su Aktivitesi                                            |
| $^{\circ}\text{C}$ | Santigrat Derece                                         |
| $G'$               | Depolama modülü                                          |
| $G_0$              | 3. Zaman Aralığındaki Başlangıç Depolama Modülü Değerini |
| $G_e$              | Dengeye Geldiği Andaki Depolama Modülü                   |
| $G''$              | Kayıp modülü                                             |
| $h$                | Emülsiyonun Bekleme Süresi                               |
| $h_w$              | Yağ Fazının Yüksekliği                                   |
| $h_t$              | Emülsiyonun Toplam Yüksekliği                            |
| $\text{Hz}$        | Hertz                                                    |
| $\gamma$           | Kayma gerilimi                                           |
| $\tau$             | Kesme hızı                                               |
| $K$                | Kıvam katsayısı değeri                                   |
| $k$                | Tikroskopik Hız Sabiti                                   |
| $\text{mV}$        | Milivolt                                                 |
| $n$                | Akış davranış indeksi                                    |
| $\text{Pa}$        | Pascal                                                   |
| $R^2$              | Regresyon Katsayısı                                      |
| $\omega$           | Açısal Hız                                               |
| $\mu\text{m}$      | Mikrometre                                               |
| $\zeta$            | Zeta Potansiyeli                                         |

## KISALTMA LİSTESİ

---

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| AFM   | Atomik Kuvvet Mikroskobu          |
| CCOW  | Cold Press Chia Oil Waste         |
| CCWP  | Cold Press Waste Powder           |
| EYP   | Yumurta Sarısı Tozu               |
| KG    | Ksantan Gami                      |
| LBG   | Keçiboynuzu Gami                  |
| LVE   | Lineer Viskoelastik Bölge         |
| mV    | Milivolt                          |
| O / W | Su İçinde Yağ Emülsiyonu          |
| PGA   | Propilen Glikol Aljinat           |
| RSM   | Response Surface Method           |
| SEM   | Taramalı Elektron Mikroskobu      |
| SCYA  | Soğuk Pres Chia Tohumu Yağı Atığı |
| SO    | Sunflower Oil                     |
| TEM   | Transmisyon Elektron Mikroskobu   |
| W / O | Yağ İçinde Su emülsiyonu          |
| YYY   | Yanıt Yüzey Yöntemi               |
| 3-ITT | 3 Zaman Aralıklı Tikotropik Test  |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                                                         | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 2.1 Su içinde yağ emülsiyonu ve yağ içinde su emülsiyonu şeması .....                                                             | 9     |
| Şekil 3.1 Salata sosu üretim akış şeması .....                                                                                          | 24    |
| Şekil 4.1 Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri .....                                                             | 32    |
| Şekil 4.2 K değerleri üzerine yağ, emülgatör, chia tohumu yağı atığı ve ksantan gam etkisinin kuadratik modelle gösterilmesi.....       | 40    |
| Şekil 4.3 Salata sosu örneklerine ait $G'$ değerleri.....                                                                               | 46    |
| Şekil 4.4 Salata sosu örneklerine ait $G''$ değerleri.....                                                                              | 47    |
| Şekil 4.5 $K'$ değerleri üzerine yağ, emülgatör, chia tohumu yağı atığı ve ksantan gam etkisinin kuadratik modelle gösterilmesi.....    | 49    |
| Şekil 4.6 Optimizasyon sonucu elde edilen salata sosu örneğiyle ticari salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri..... | 53    |
| Şekil 4.7 Optimizasyon sonucu elde edilen salata sosu örneğiyle ticari salata sosu örneklerinin 3 – ITT reolojik özellikleri.....       | 56    |

## ÇİZELGE LİSTESİ

|                                                                                                                                 | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 2.1 Emülsiyon sistemlerini stabilize eden kimyasal kuvvetlerin özellikleri .....                                        | 8     |
| Çizelge 3.1 Soğuk pres chia tohumu yağ atığının yağ asidi kompozisyonu .....                                                    | 22    |
| Çizelge 3.2 Salata sosu formülasyon optimizasyonu için deneme dizaynı .....                                                     | 26    |
| Çizelge 4.1 Salata sosu formülasyon optimizasyonu deneme dizaynı ve akış davranış reolojik özellikleri.....                     | 33    |
| Çizelge 4.2 K değeri için ANOVA varyans analizi değerleri .....                                                                 | 39    |
| Çizelge 4.3 K' değeri için ANOVA varyans analizi değerleri .....                                                                | 45    |
| Çizelge 4.4 Salata sosu formülasyon optimizasyonu deneme dizaynından elde edilen örneklerin K' ve n değerleri.....              | 48    |
| Çizelge 4.5 Deneme dizaynıyla oluşturulan salata sosu örneklerinin zeta potansiyeli ve partikül boyutu değerleri.....           | 51    |
| Çizelge 4.6 Ticari örnekler için akış davranış reolojik özellikler .....                                                        | 52    |
| Çizelge 4.7 Optimum formülasyonun oluşturulması .....                                                                           | 53    |
| Çizelge 4.8 Formülasyon bileşenlerinin optimizasyon aralıklarının belirlenmesi.....                                             | 54    |
| Çizelge 4.9 Formülasyon bileşenlerinin optimizasyon aralıklarının belirlenmesi.....                                             | 55    |
| Çizelge 4.10 3 – ITT Verilerinin ikinci dereceden yapısal kinetik model kullanılarak toparlanma derecelerinin belirlenmesi..... | 57    |

## SOĞUK PRES TEKNİĞİ İLE ELDE EDİLEN CHİA TOHUMU ATIKLARININ SALATA SOSU ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

Alican AKÇİÇEK

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Salih KARASU

Chia tohumu bileşiminde önemli miktarda yağ, protein ve lif içermektedir. Soğuk pres işleminden sonra elde edilen atık potansiyel gam ve protein kaynağıdır. Bu çalışmanın temel amacı soğuk pres chia tohumu yağı atığının (SCYA) stabilizatör ve emülgatör niteliğinden faydalanarak yağı azaltılmış salata sosu üretmek ve ticari örneklerin reolojik özelliklerini baz alarak formülasyon optimizasyonu yapmaktır. Bu amaçla değişen oranlarda ksantan gam(%0,1-0,4), SCYA (%0,5-2), yumurta sarısı tozu (%1-5) ve ayçiçeği yağı (%10-20) kullanılmıştır. Formülasyon optimizasyonu için Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) ve tam faktöriyel merkezi kompozit tasarım (CCD) deneme dizaynı kullanılmıştır. Bu tasarımda 27 farklı deneme noktası elde edilmiştir. Örneklerin kıvam katsayı K değerleri 0,552-15.87 Pas<sup>n</sup> olarak bulunmuş ve örneklerin K değerleri arasında önemli derecede fark gözlenmiştir (P<0,05). Örneklerin tamamı non-Newtonian akış davranış özelliği sergilemiş ve tüm frekans aralığında G' değeri G'' değerinden daha yüksek çıkmıştır. Örneklerin reolojik özellikleri optimizasyondaki her bir faktörden önemli ölçüde etkilenmiştir (P<0,05). SCYA kullanılarak düşük yağ (%10) ve emülgatör (%1) içeriğinde bile ticari örneklerin kıvam değerlerine sahip salata sosu örnekleri üretilebilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar SCYA'nın yağı azaltılmış salata sosu üretiminde emülgatör ve stabilizatör kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Chia tohumu, reolojik özellikler, salata soslari, yanıt yüzey yöntemi

### FORMULATION OF COLD PRESSED CHIA SEED WASTE IN SALAD DRESSING

Alican AKÇİÇEK

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Salih KARASU

Chia seed consists of the significant amount of fat, protein and fiber content. Cold pressed chia by-product is a potential of gum and protein source. The main aim of this study is to produce reduced-fat salad dressing by the help of stabilizer and emulsifier properties of cold press chia seed oil waste (CCOW) and to optimize the formulation based on the rheological properties of commercial samples. For this purpose, xanthan gum (0,1-0,4 %), cold press chia seed oil wastes (0,5-2%), egg yolk powder (1-5%) and sunflower oil (10-20%) were used. Response Surface Methodology (RSM) and full factorial central composite design (CCD) were used for formulation optimization. In this design, 27 different test points were obtained. The consistency coefficient (K) value of the samples was found as 0,552-15,87 Pas<sup>n</sup> and there was a significant difference between samples (P<0,05). All of the samples exhibited non-Newtonian flow behavior, and G' value was higher than G'' in the whole frequency range. Every parameter significantly affected rheological properties of the samples (P<0,05). CCOW samples of salad dressing with the consistency of commercial samples of, low-fat salad dressing with (10%) and emulsifier (1%) content, whose consistency values are closed to commercial salad dressing samples, could be produced when waste powder was used. Results from this study showed that CCOW could be used as an emulsifier and stabilizer source in the production of reduced-fat salad dressing.

**Keywords:** Chia seeds, rheological properties, salad dressing, response surface method

---

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE

#### 1.1 Literatür Özeti

Geçtiğimiz yıllarda yapılan beslenme araştırmalarında insan beslenmesindeki değişiklikler, özellikle diyetle alınan yağ alımı ve bunun insan sağlığı üzerindeki etkisi açısından büyük bir ilgi konusu olmuştur [1]. Soslar, mayonezler ve salata sosları gibi gıda ürünleri uzun yıllar araştırmalara konu olmuştur. Bununla birlikte, giderek artan tüketici talepleri, geliştirilmiş kaliteli ürünler ve sağlığı teşvik edici işlevleri olan ürünlerin geliştirilmesi için özellikle bu alanda yapılacak çalışmalar giderek önem kazanmaya başlamıştır.

Soğuk pres tekniği ile elde edilen yağlar, proses süresince yüksek derecede ısı işleme maruz kalmamaları (40–50 °C), hammaddeden yağın çıkarılması sırasında solvent kullanılmaması ve konvansiyonel yağ üretiminde rafinasyon aşamaları süresince yağdan kısmen uzaklaşan doğal antioksidanlar, fosfatidler, serebrosidler, karotenoidler ve fitosteroller gibi bazı maddeleri daha yüksek oranlarda içerdiklerinden dolayı besleyici değer açısından ön plana çıkmaktadır. Bununla beraber soğuk pres işlemi sonucu ortaya çıkan atıklarda besleyici bileşenler açısından zengindir ve bu atıkların değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma da soğuk pres chia Tohumu Yağ Atığı düşük yağ içerikli salata sosu üretiminde kullanılmıştır. Chia tohumu yağ atığı yüksek miktarda protein ve karbonhidrat içerir. Bu bileşenler hem besinsel hem de teknolojik açıdan öneme sahiptirler.

Chia (*Salvia hispanica L.*), *Labiatae* ailesine ait yazlık ve tek yıllık otsu bir bitkidir. Chia tohumu, antik Meksika aztekleri tarafından yüzyıllardır yetiştirilen bir bitkidir. Aztek

halkı chia tohumları ile beraber mısırida günlük beslenmelerine dahil etmeleriyle beraber, Aztek halkının mısırla birlikte önemli bir beslenme kaynağını oluşturmuştur. Chia tohumları Güney Amerika'da özellikle Meksika ve Arjantin'de üretimi gerçekleştirilmektedir. Chia tohumlarının kullanımı genellikle besleyici özellikleri açısından gıda olarak gerçekleştirilmektedir. Chia tohumu, protein (% 15-25), yağ (% 30-33), karbonhidrat (% 26-41), yüksek diyet lifi (% 18-30), kül (% 4-5), mineraller, vitaminler ve kuru madde (% 90-93) oranında içermektedir [2]. Aynı zamanda çok miktarda antioksidan içerir [2]. Çoklu doymamış yağ asitlerini yüksek miktarda içermesinden dolayı vücut için esansiyel yağ asitlerinin önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Chia tohumları % 60 (omega)  $\omega$ -3 alfa-linolenik asit ve % 20 (omega)  $\omega$ -6 linoleik asit içerir [3]. Chia bu nedenle omega-3 yağ asitlerinin en iyi kaynaklarından biridir. Sağlıklı gıdalar ve nutrasötik endüstrileri şu anda çiğ chia tohumlarını bir besin takviyesi olarak pazarlamakta ve tohumları atıştırılabilir yiyecekler, içecek karışımları haline getirmekte ve hububat; öğütülmüş chia un şeklinde kullanılmak üzere satışı gerçekleştirilmektedir.

Chia tohumlarının yağ içeriği kanola, soya veya ketenden çok daha yüksek bir değere sahiptir. Chia tohumlarının ağır metal içeriğinin güvenli seviyelerde bulunduğu, chia tohumlarının onları güvenli seviyelerde içerdiği, gıda güvenliği için maksimum metal seviyelerini aşmadığı, ve tohumlarının mikotoksinlerden de arındırılmış olduğu tespit edilmiştir [3]. Chia tohumunun bir diğer önemli özelliği ise , gluten içermemesidir [4]. Ayrıca yüksek oranda linolenik asit (~ % 60) içerir [5].

Yağ ve kolesterol içeriğini azaltmak günümüzde gıda ürünlerinin yeniliğindeki başlıca eğilimlerden biridir. Yağ, gıda kalitesinin, özellikle emülsiyon ürünlerinin tekstürünün, lezzetinin ve stabilitesinin korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Gıda endüstrisi, az yağlı ve düşük kolesterollü mayonez ve tam yağlı ürünlere benzer özelliklere sahip salata sosu üretmeye çalışırken büyük zorluklarla karşılaşmaktadır. Arzulanan kaliteyi sağlamak için ürünlerin etkin bir şekilde izlenmesi, görünüş, reoloji, emülsiyon kararlılığı, mikroyapı ve aroma ile parçacık boyutu ve yük dağılımı gibi fizikokimyasal özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

Bir meze, bir garnitür veya bütün bir yemek olarak servis edilen salata en popüler ve kişiselleştirilmiş gıda seçeneklerinden biridir. Salata sosları ve mayonez, salataların ve diğer gıdaların lezzetini arttırmak ve değiştirmek için kullanılan soslardır. Birlikte, yarı katı gıdalar pazarının büyük bir bölümünü oluştururlar. Tüketiciler tarafından yapılan gıda tercihleri bugünün tüketici odaklı gıda pazarında tüketici sağlığını ve gıda ürünlerinin başarısını etkilemektedir . Yağ, gıdalara tekstür, yağlanma, kararlılık, renk ve lezzet gibi özellikler kazandırdığından, yağın alınması, sos ve mayonez ürünlerinin duyu ve yağın fiziko-kimyasal özelliklerinde önemli değişiklikler yapabilmektedir. Bu nedenle gıda üreticileri, daha yüksek düzeyde bitki esaslı içerik ve düşük kalorili içerikli ürünler de dahil olmak üzere yeni çeşit mayonez ve sos ürünleri üretmeye çalışırken büyük zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Soğuk pres chia tohumu yağ atığı protein içeriği bakımından yapı güçlendirici, emülgatör ve besleyici katkı olarak kullanım imkanına sahiptir. Ayrıca karbonhidratlar açısından ise yağı azaltılmış ürünler ve hidrokolloidler olarak kullanılabilir yüksek miktarda besleyici içeriğe sahiptir. Salata sosları ; yapısında çoğunlukla bitkisel yağ içermesi, ısıl işleme uğramaması ve soğuk olarak tüketime uygun olması açısından soğuk pres chia tohumu yağ atığının fonksiyonel özelliklerini koruması nedeniyle uygun bir ürün niteliğine sahiptir.

Gıda endüstrisinin düşük yağ / düşük kolesterolü salata sosu ve mayonez ürünlerini sürekli olarak yüksek kalitede üretmesine yardımcı olmak için işlem koşullarının etkili bir şekilde kontrol edilmesi ve işlem değişkenlerinin nihai ürünlerin tekstürünü ve mikroyapısını nasıl etkilediğini anlamak önemlidir; bileşenleri (yağ, su, emülgatörler, kıvam arttırıcılar, lezzet verici madde) rasyonel olarak malzemeleri seçmek için toplu emülsiyon sistemine nasıl katkıda bulunduğu; damlacık özellikleri, toplu fiziksel davranış ve duyu özellikler arasındaki ilişki hakkında bilgi vermek için ürün özellikleri (görünüm, reoloji, kararlılık, mikro yapı ve lezzet gibi) ; hayvan kaynaklı bileşenlerin kısmen azaltılması veya ortadan kaldırılması için alternatif bitkisel esaslı katkı maddeleri kullanma potansiyeli yüksek kalitede ürün eldesi açısından önemlidir.

Salata soslarının üretiminde dikkate alınması gereken önemli kalite parametreleri vardır. Salata sosları düşük yağ içeren su içerisindeki yağ emülsiyonudur. Bu açıdan düşündüğümüzde salata soslarının emülsiyon ürünlerinin tüm kalite özelliklerini uygun bir şekilde karşılaması ve belirtmesi gerekmektedir.

Salata sosu kalite parametrelerinin ortaya çıkmasında formülasyon bileşenlerinin önemli derecede etkisi vardır. Stabilizatörler, yağlar ve emülgatörler ürünün yapısal özellikleri açısından en önemli bileşenler oldukları için arzu edilen yapısal özelliklere sahip ürün üretimi için bu bileşenlerin optimize edilmesi gerekmektedir [6]. Yağ içeriği yüksek salata sosları ve mayonez gibi ürünler flokülasyona (damlacıkların bütünlüğünü bozmadan bir araya gelmesi) karşı oldukça stabildirler. Fakat yağ oranı % 60-65' in aşığına düştüğünde stabiliteleri azalmaktadır. Bu durumda mobil fazın hareketliğini sınırlandırmak, serum ve yağ ayrılmasını engellemek amacıyla hidrokolloidler ilave edilir [7]. Stabilizatörlerin salata soslarında temel fonksiyonları suyla birlikte etkileşime geçerek sürekli fazı kontrol altına almak, emülsiyon stabilitesini artırmak, akış davranış özelliğini belirlemek ve yapının sıklaşmasını sağlamaktır [8]. Ayrıca sürekli fazda su ile etkileşime geçerek sürekli fazın viskozite ve diğer viskoelastik özelliklerinde artışa neden olmaktadır. Bu amaçla salata sosu gibi ürünlerde en sık kullanılan hidrokolloidler, biyopolimer gamlar, nişasta ve modifiye nişasta, ksantan gam, mikrobiyal kökenli gamlar, bitki tohumlarından elde edilen gamlar (guar gam) en çok tercih edilen stabilizatörlerdir [9]. Bu olumlu yönlerinin yanında stabilizatörlerin aşırı miktarlarda kullanımı sürekli fazın viskozitesinde önemli bir artış meydana getirir ve ürünün akış davranış özellikleri, viskoelastik özellikleri ve toparlanma özelliklerinde bozulmalar meydana gelir. Bunun için stabilizatör miktarının mutlaka belirli sınırlar içerisinde olması gerekmektedir.

Emülgatörler yüzey aktif moleküller olarak, yağ ve su fazı arasındaki arayüzey gerilimini azaltmakta ve emülsiyon damlacıklarının etrafında koruyucu bir kaplama sağlamakta, böylece damlacık birikimini önlemektedir. Emülgatör miktarının doğru bir şekilde ayarlanması emülsiyon kararlılığı açısından önem arz etmektedir. Emülgatör miktarının yağ partikül çevresinde film oluşturabilecek konsantrasyona ulaşması gerekmektedir. Emülgatör konsantrasyonu bu seviyenin altında olursa yağ partikülleri arasında bir interaksiyon başlar ve depolama sırasında emülsiyon stabilitesinde düşme meydana gelir. Diğer taraftan emülgatör miktarı aşırı miktarda kullanılırsa yani yağ partikül çevresinde adsorblanmayan emülgatör oranı çok fazla olursa başka bir flokülasyon mekanizması (tükenme flokülasyonu) devreye girer ve emülsiyon stabilitesi düşme gözlenir[10], [11].

Salata sosları gibi emülsiyon ürünler için başlıca kalite parametreleri fizikokimyasal, yapısal toparlanma, iyonik yük dengesi (zeta potansiyeli), partikül boyutu ve emülsiyon stabilitesidir [9], [12]. Çalışmamızda salata sosları yanıt yüzey yöntemi metoduna göre belirlenen 27 çeşit formülasyonlarda üretimi yapılmıştır. Bununla beraber salata soslarının kaliteli emülsiyon oluşumu için çok önemli fikirler veren zeta potansiyeli, partikül boyutu ve emülsiyon stabilitesi testleriyle emülsiyonun başarısı hakkında fikir sahibi olunmuştur.

## **1.2 Tezin Amacı**

Bu çalışmanın başlıca amacı soğuk pres chia tohumu yağ atığının salata soslarında kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. Bu amaçla soğuk pres chia tohumu yağ atığından elde edilecek salata soslarının reolojik özelliklerini optimize etmek için ilk olarak deneme dizaynıyla 27 adet formülasyon oluşturulmuş Oluşturulan formülasyonlardan elde edilen verilerle ticari olarak üretilen salata sosları baz alınarak optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon işleminden sonra reolojik, emülsiyon stabilitesi gibi özellikleri iyileştirilecektir. Böylece en üst seviyede yapısal niteliklere, stabilizeye ve besleyici bileşene sahip üretim parametreleri belirlenmiştir.

## **1.3 Hipotez**

Soğuk pres chia tohumu yağı atığı kullanarak, besinsel bileşenler ve reolojik özelliklerinde herhangi bir değişim meydana getirmeden optimum niteliğe sahip yağ içeriği azaltılmış salata sosu üretmektir.

### LİTERATÜR TARAMASI

#### 2.1 Emülsiyonların Genel Özellikleri

Emülsiyon birbiri içerisinde karışmayan iki sıvının bir tanesinin diğeri içerisinde küçük partiküller halinde dağılmış karışımlarına verilen isimdir. Emülsiyonlarda diğeri sıvının içerisinde damlacıklar halinde dağılım gösteren faz disperse faz, iç faz veya süreksiz faz, diğeri sıvı damlacıklarının etrafını çevreleyen faz ise mobil faz, sürekli faz veya dış faz olarak adlandırılır [10]. Yüksek kalite, stabilite ve duyuşal özelliklere sahip olan emülsiyonların üretiminde bu iki fazın etkili bir şekilde karıştırılması önem taşımaktadır. Emülsiyonlar gıda teknolojisinde daha çok yağ ve su emülsiyonları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir emülsiyon, bir su içinde yağ (O / W) emülsiyonu veya bir yağ içinde su (W / O) emülsiyonu şeklinde olabilir. Bir O / W ve W / O emülsiyonunun şeması Şekil 2.1'de gösterilmektedir. Çizelge 2.1'de emülsiyon sistemlerini stabilize eden kimyasal kuvvetlerin özellikleri gösterilmektedir.

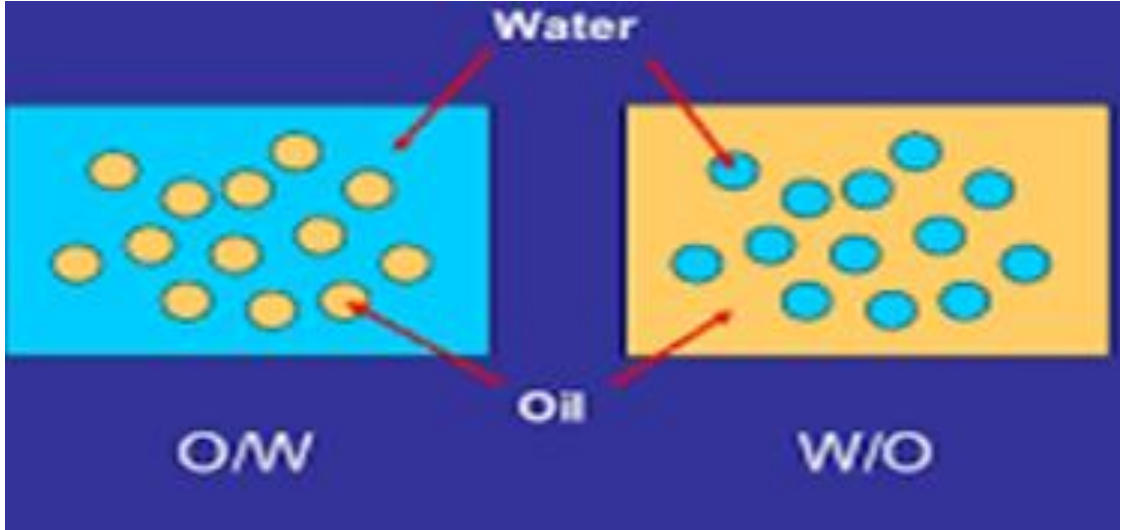
Emülsiyonda yağ damlacıkları sulu faz içerisinde disperse olmuşsa bu su içerisinde yağ emülsiyonu (yağ/su) tersi bir durumda ise yağ içerisinde su emülsiyonu şeklinde adlandırılmaktadır. Her iki emülsiyon tipine ait gıda teknolojisinde birçok ürün karşımıza çıkmaktadır. Süt, dondurma, salata sosları, mayonez ve diğeri soslar su içerisinde yağ emülsiyonuna örnek gösterilirken; tereyağı ve margarin gibi ürünler ise yağ içerisinde su emülsiyonuna örnek olarak gösterebileceğimiz ürünler grubunu oluşturmaktadır [10].

Disperse faz sürekli faz içerisinde damlacıklar halinde dağılım gösteren fazdır. Damlacıklar halinde dağılım gösterdiği için bu damlacıkların boyutu, konsantrasyonu, yükü ve diğer bileşenlerle etkileşimleri emülsiyon kararlılığı için hayati öneme sahiptir. Örneğin; gıda teknolojisindeki emülsiyonlarda yağ konsantrasyonu %1 civarından %70'e kadar çıkmaktadır. Yağ oranındaki bu değişim ürünlerin kalite özelliğini doğrudan etkilemektedir. Partikül boyutu ve dağılımı da emülsiyon kalitesini etkileyen diğer bir unsurdur. Partikül boyutu ve dağılımı homojenizasyon gibi gıda prosesleri ve emülgatörler başta olmak üzere formülasyonda kullanılan bileşenlerle kontrol edilebilir. Partikül dağılımı taramalı elektron mikroskobu (SEM), ışık mikroskobu gibi sistemlerle belirlenebilmektedir. Disperse yük yoğunluğu da emülsiyon stabilitesinin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Özellikle damlacık yüzeyinde ve çevresindeki yük potansiyeli olan partiküllerin birbirleriyle etkileşimlerini etkilemekte ve emülsiyon stabilitesini etkileyen fizikokimyasal mekanizmaların gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır. Emülsiyonların yük yoğunluğu genellikle zeta ( $\zeta$ ) potansiyeli analiziyle belirlenmektedir.

Disperse faz yanında sürekli fazın özellikleri de emülsiyonların kararlılığını etkilemektedir. Sürekli faz içerisinde tuz, nişasta, gıamlar, asitler ve aroma bileşenleri gibi birçok bileşen bulunmaktadır. Bu bileşenler emülsiyonların fizikokimyasal özelliğini etkilemektedir. Örneğin stabilizatörler sürekli fazın viskozitesini artırarak emülsiyon kararlılığında önemli bir rolü üstlenirken; tuz gibi maddeler sürekli fazın yük yoğunluğunda değişime neden olurlar. Sürekli faz içerisinde bulunan bileşenlerin çeşitleri ve konsantrasyonları yanında ortamın yük dengesi, polarite, bileşenlerin etkileşimleri, şekli ve yoğunlukları gibi etmenler emülsiyon kararlılığını etkilemektedir. Bu yüzden emülsiyonların üretiminde kaliteli bir ürün için bu bileşenlerin doğru seçilmesi ve kullanım oranlarının optimize edilmesi gerekmektedir.

| İnteraksiyon              | Oluşma                                                                                                              | Emülsiyon etkisi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elektrostatik etkileşim   | Kalıcı bir elektrik yüküne (örneğin, iyonlar ve polar moleküller) sahip moleküler türleri arasında,                 | Kalıcı bir elektrik yüküne (örneğin, iyonlar ve kutup molekülleri)<br>(1) Su moleküllerinin dipol-dipol, dipol-iyon ve iyon-iyon etkileşimleriyle düzenlenmesi; (2) sulu çözeltide biyopolimerlerin konformasyonu ve etkileşimleri; (3) emülsiyonların karakteristik yapıları (emülsiyon içerisindeki gıda bileşenlerinin çoğunluğu iyonik veya dipolar olduğundan) |
| Van der Waals Etkileşimi  | Her tür molekül arasında (iyonik, polar veya kutupsuz) ve elektrostatik etkileşimden daha zayıf moleküller arasında | (1) Genellikle polar olmayan moleküller arasındaki etkileşimleri belirler; (2) organik sıvıların yapı ve fizikokimyasal özelliklerini belirler.                                                                                                                                                                                                                     |
| Sterik örtüşme etkileşimi | İki molekül yakın olduğunda oluşan büyük itici kuvvet                                                               | (1) Sıvı ve katılardaki moleküllerin yapısına etki eder.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Hidrojen bağları          | Elektronegatif bir atomda yalnız elektron çifti ve komşu bir grupta bir hidrojen atomu arasında                     | (1) Emülsiyonda suyun benzersiz özelliklerini belirler; (2), emülsiyonlardaki moleküllerin belirgin bir şekilde hizalanmasına neden olur.                                                                                                                                                                                                                           |

Çizelge 2.1 Emülsiyon sistemlerini stabilize eden kimyasal kuvvetlerin özellikleri



Şekil 2.1 Su içinde yağ (W / O) emülsiyonu ve yağ içinde su (O / W) emülsiyonu şeması

Sürekli ve disperse faz yanında bu iki fazı ayıran ara yüzey bölgesi bulunmaktadır. Ara yüzey özellikle emülsiyonlar için önemli bir faktördür. Ara yüzey bölgesinde yağ, su molekülleri, hidrokolloidler, emülgatörler ve tuzlar gibi diğer bileşenler bulunmaktadır. Ara yüzey bölgesi emülsiyonların toplam hacmine kıyasladığımızda oldukça küçük bir alanı kapsamasına rağmen bu bölgenin özellikleri emülsiyonların reolojik, mikroyapısal, duysal ve emülsiyon stabilitesi özelliklerine önemli bir şekilde etki eder. Bu yüzden emülsiyonların oluşumu ve özelliklerinin iyileştirilmesinde ara yüzey özellikleri oldukça önem taşımaktadır. Gıda prosesleri ve formülasyonda kullanılan bileşenler ara yüzey özelliklerini doğrudan etkilediği için bileşenlerin seçimi ve proses parametrelerinin optimizasyonu, ara yüzey özelliklerinin iyileştirilmesinde göz önünde tutulmaktadır.

Emülsiyon teknolojisinin ana hedeflerinden biri, emülsiyonların fiziksel, duysal ve besleyici özelliklerini geliştirmek için yeni alternatifler bulmaktır. Gıda emülsiyonlarında, bu araştırma genellikle yumurta ve süt türevlerinin yerini almaya uygun, yeni yüzey aktif maddeler üzerine yoğunlaşmaktadır. Geleneksel olarak, yumurta sarısı, olumlu organoleptik ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı, mayonez veya salata sosları gibi gıda maddelerinde en yaygın kullanılan emülsiyonlaştırıcı maddedir [13]. Lipoproteinlerin ve fosfolipidlerin (lesitin) yumurta sarısında kombinasyonu, mükemmel emülsiyon özelliklerine sahip uygun bir karışım sağlar. Bununla birlikte, yumurta sarısının bir kısmını değiştiren başka bir emülgatörün

kullanılması, kolesterol içeriğindeki azalma, mikrobiyolojik stabilitede bir artış ve bazı durumlarda daha düşük üretim maliyetleri gibi birçok avantaj sağlayabilir.

## **2.2 Salata Sosu Formülasyonunda Kullanılan Bileşenler**

Salata sosu ve mayonez ürünleri gibi gıda emülsiyonlarında kullanılan bileşenler, birbirleriyle ya fiziksel ya da kimyasal etkileşimlerde bulunur ve nihai ürünlerin kalitesini belirler. Az yağlı / kolesterolü gıda ürünlerine olan tüketici ilgisinin artması, bazı bileşenlerin (örneğin yağ) uzaklaştırılması gıda emülsiyonlarının kalitesi ve tadı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceği için bu ürünlerin formüle edilmesi ve uygun bileşenleri belirlemeyi gerekli kılmıştır.

### **2.2.1 Yağ**

Yağ, gliseroller, yağ asitleri ve fosfolipidler gibi farklı moleküller içerir. Yağ, gıda emülsiyonlarında yüzeylerine (viskozite ve yapışma), tekstürüne (krem ve pürüzsüz ağızda hissetme), kayganlığına , görünümüne (parlaklık) ve lezzetine (yoğunluk ve süreye) katkıda bulunduğu için önemli bir rol oynar [14]. Yağ, aynı zamanda vitaminler, renklendirici maddeler, antioksidanlar ve surfektanlar gibi bileşenlerin çözünmesinden sorumludur. Enerji ve besleyici maddelerin önemli bir kaynağıdır. Salata sosu ve mayonez formülasyonunda yaygın olarak kullanılan yağ türleri, soya fasulyesi, kanola ve ayçiçeği yağı ve pamuk tohumu yağı ve zeytinyağıdır [15]. Yağ miktarındaki artış viskozite, viskoelastik yapı, kıvam gibi reolojik özelliklerin artışına neden olurken ürünün oksidatif stabilitesinde azalmaya neden olabilmektedir. Özellikle yağ/su emülsiyonlarında yağ oranının % 60'ın aşağısına düşmesi ürün stabilitesini azaltmakta, yağların sağlamış olduğu yapı, hidrokolloidler gibi diğer maddeler kullanılarak telafi edilmeye çalışılmaktadır [7]. Salata sosu ve mayonezdeki yağın azaltılması, ambalajlama özelliklerini de etkiler ve bu nedenle de reolojik ve tekstürel davranışlarını değiştirebilir ve ayrıca depolama esnasındaki stabiliteyi de etkiler. Buna ek olarak, az yağlı sosların ve mayonez ürünlerinin lezzet algılamasını da önemli ölçüde değiştirebilir. Son yıllarda yaşamsal kalitenin artmasıyla birlikte yağ tüketiminin bazı sağlık sorunlarına neden olabileceği düşüncesiyle yağ azaltılmış ürünlere doğru bir eğilim söz

konusudur. Buna bağlı olarak yağı azaltılmış salata sosu üretimine yönelik çalışmalar daha da hız kazanmıştır [16].

### **2.2.2 Su**

Su, hemen hemen her gıda türünde en önemli bileşenlerden biridir. Salata sosu ve mayonez ürünlerindeki protein, polisakaritler, şekerler, tuzlar, vitaminler, renkler, antioksidanlar ve surfektanlar suda çözünen bileşenlerdir. Su, diğer tüm gıda bileşenlerinde olduğu gibi salata soslarının da birçok özelliğini etkileyen en önemli bileşenlerden biridir. Stabilizatör, emülgatör, tuz, şeker gibi salata sosu formülasyonunda kullanılan birçok bileşen suda çözünmektedir. Su, yağ/su emülsiyonlarında sürekli fazı oluşturmaktadır. Sürekli fazın hareketliliği viskozite, kıvam ve emülsiyon stabilitesi gibi salata sosları için hayati önem taşıyan özellikleri belirler. Bu nedenle bu tarz emülsiyon ürünlerinin formülasyonunun oluşturulmasında ve ürünlerin hazırlanmasında sulu fazın hareketliliği dikkate alınmaktadır [17].

### **2.2.3 Emülgatörler**

Emülsiyonlar, yoğunluk farkı ve enerjik olarak olumsuz ve su teması nedeniyle termodinamik olarak dengesiz sistemlerdir. Emlgatrlerin veya kıvam verici ajanların dahil edilmesi, emülsiyon hazırlamanın kritik bir parçasıdır. Emülgatörler ve kıvam verici maddeler stabilizatörler olarak birlikte gruplandırılabilir [14]. Emülgatör ile kıvam verici arasındaki fark, emülsiyon sistemlerine kazandırdıkları farklı özelliklere dayanır. Emülgatörler, bir emülsiyondaki yağ ve su damlacıklarının, homojenleştirme sırasında kasıtlı olarak bozulduktan sonra sürekli bir faz oluşturup ayrılmalarını ve karışmalarını önlemek için kullanılır. Yüzey aktif moleküller olarak, emülgatörler, yağ ve su fazı arasındaki arayüzey gerilimini azaltmakta ve emülsiyon damlacıklarının etrafında koruyucu bir kaplama sağlamakta, böylece damlacık birikimini önlemektedir. Damlacıkların toplanmasını önlemeye yönelik kullanılan emülgatörler farklı mekanizmalar arasında değişiklik gösterir ve elektrostatik, sterik, hidrasyon ve termal dalgalanma etkileşimleri içerir [18]. Emülsiyon yapma kapasitesi genel olarak emülgatörlerin konsantrasyonlarına, hidrofobik özelliklerine, kabiliyet derecelerine ve ara yüze uygun konfigürasyona bağlı olan proteinlerin bağlı adsorpsiyonuna bağlıdır

[19]. Emülgatörler, iyi derecede emülsiyon yapma kapasitesine sahiptirler, yağ damlacıklarının ortalama boyutunu azaltabilir ve damlacık etkileşimini artırabilirler ve böylece emülsiyon kararlılığında önemli bir rol oynamaktadırlar. Bu nedenle, az yağlı salata sosu ve mayonez ürünlerinin üretilmesinde kullanılacak yağ seviyesine göre seçilen emülgatörlerin düzey ve seviyelerini belirlemek, ürün görünümünü, tekstürünü ve ağız tadını etkileyebilir. Gıda emülgatörlerinin ana sınıfları, süt proteinleri (peynir altı suyu proteini, kazeinatlar), sebze proteinleri (bezelye ve soya proteinleri), fosfolipidler (lesitin), yağdan türevli emülsiyon yapıcılar (mono ve digliseridler), karbonhidrattan türetilmiş emülgatörler (nişasta esteri, sükroz esteri ve polisorbatar) ve hidrokolloidler (gam arabik) olarak ayrılmaktadır [20]. Salata sosu formülasyonunda kullanılan başlıca emülgatörler yumurta sarısı tozu, lesitin, mono ve digliseridler, bitkisel bazlı proteinler (nişasta esterleri, polisorbatar), süt kaynaklı proteinler (kazein, serum proteinleri) ve bazı hidrokolloidler (gam arabik)' dir.

#### **2.2.4 Stabilizatörler**

Yağ içeriği yüksek salata sosları ve mayonez gibi ürünler flokülasyona karşı oldukça stabildirler. Fakat yağ oranı %60-65' in aşağısına düştüğünde stabiliteleri azalmaktadır. Bu durumda mobil fazın hareketliğini sınırlandırmak, serum ve yağ ayrılmasını engellemek amacıyla hidrokolloidler ilave edilir [7].

Hidrokolloidlerin salata soslarında temel fonksiyonları suyla birlikte etkileşime geçerek sürekli fazı kontrol altına almak, emülsiyon stabilitesini artırmak, akış davranış özelliğini belirlemek ve yapının sıkılaşmasını sağlamaktır [8]. Bu amaçla salata sosu gibi ürünlerde en sık kullanılan hidrokolloidler, biyopolimer gamlar, nişasta ve modifiye nişasta, ksantan gam, mikrobiyal kökenli gamlar, bitki tohumlarından elde edilen gamlar (guar gam, gam arabik) en çok tercih edilen stabilizatörlerdir [9]. Biyopolimer gamların birçoğu diğer moleküllerle elektrostatik, polimerik sterik etkileşimler, hidrojen bağı ile bağlanma ve hidrofobik etkileşimler gibi kimyasal ve fiziksel etkileşimlerle emülsiyon yapının kararlılığının devamında önemli fonksiyonları vardır [21]. Ayrıca gıdanın yapısal özelliklerinin düzenlenmesinin yanı sıra pektin, ksantan gam, guar gam ve gam arabik gibi birçok gamın kan kolesterolünün düşürülmesi ve prebiyotik etki gibi sağlığa faydalı yönleri de bulunmaktadır [16], [21]. Salata soslarının yapısında

kullanılacak stabilizatörün seçilmesinde *pH*, ısı, iyonik güç gibi bazı faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü salata soslarının *pH* 4,00'ün altında *pH* değerlerine sahip olması asidik ortamlarda işlevsel özelliğini yitirmeyen gamların kullanılmasını zorunlu kılmaktadır [16].

Bu açıdan bakıldığında ksantan gam ve selüloz türevlerinin salata soslarında kullanımında herhangi bir problem oluşturmamaktadırlar. Ksantan gamın salata soslarında kullanımına yönelik birçok örnek literatürde yer almaktadır. Bu araştırmalardan çıkarılacak genel sonuç ise ksantan gamla üretilen salata soslarının non-newtonian akış özelliğine, yüksek derecede emülsiyon stabilitesine ve kararlılığa, düşük partikül boyutuna sahip olduğudur. Bunun dışında salep, guar gam, gam arabik ve pektin gibi ürünlerin salata soslarında kullanımına yönelik de literatürde çalışmalar bulunmaktadır.

#### **2.2.5 Asitlik Verici Ajanlar**

Salata sosu ve mayonez gibi ürünler asitli gıdalar sınıfındadırlar. Ürünlerin *pH* değeri 4,5 değerinin aşağısında, çoğu kez de 3,4-4,0 arasındadır. Salata sosu ve mayonezin asitlendirilmesi, genellikle sirke, limon suyu, organik asit (sitrik asit, asetik asit, laktik asit, tartarik asit ve malik asit) veya mineral içeren asitli maddeler ilave edilerek sağlanır. Gıdalardaki ürünlerin *pH* değeri mikrobiyolojik özelliklerini etkiler. Bununla birlikte, tek başına pH kontrolü soslar veya mayonez ürünlerini bozulmaya karşı korumak için yeterli değildir. Çözünmeyen asetik asitin (tipik olarak sirke, laktik asit veya diğer zayıf asitler şeklinde ilave edilen) koruyucu etkisi ile birlikte *pH* değeri 3.0 ila 4.5 olan bir asidik ortam bu tür ürünlerin mikrobiyolojik stabilitesini sağlamak için önemlidir. Salata soslarında kullanılan zayıf asitlerin koruyucu yetenekleri farklıdır. Örneğin, sitrik asit, *pH* seviyesini düşürür, ancak antimikrobiyal aktiviteye sahip değildir, oysa çözülmemiş asetik asit laktobasillerin büyümesini engeller. Çözülmemiş asidin sulu fazdaki çözünürlüğü de önemli bir faktördür, çünkü yağ fazında çözünen kısım hiçbir koruma etkisine sahip değildir. Sulu fazda % 0,2'den fazla ayrışmamış asetik asit varlığı, patojenlerin büyümesini kontrol edebilir [15].

### 2.2.6 Şeker ve Tuz

Şeker ve tuzların salata sosu ve mayonez gibi ürünlerde asıl kullanım sebebi ürünün karakteristik tat değerini yakalamaktır. Salata sosu ve mayonez ürünlerinde tuz ve şekerin mevcudiyeti sadece baharat olarak işlev görmekle kalmaz, aynı zamanda su aktivitesini düşürmeye ve bozucu mikroorganizmaları önlemeye yardımcı olur. Bazı ticari salata sosu ürünlerinde mısır şurubu (% 15.5 yüksek früktozlu mısır şurubu gibi), bazen şeker kaynağı olarak kullanılır, çünkü aroması gelişmiştir. Kalsiyum, sodyum, potasyum, klorür, karbonat ve fosfat, salata sosu ürünlerinde kullanılan yaygın tuzlardır. [22], yumurta sarısının ve farklı amfifilik molekül tiplerinin (örn., Tween 20) ikili karışımları ile stabilize edilmiş salata sosu emülsiyonlarının reolojik özelliklerinde (0 ile % 2.3 ağırlık / ağırlık) önemli miktarda etkili olduğunu keşfetti. Tuz ilavesi, salata soslarının viskozite değerlerinde özellikle düşük kesme hızında artışına neden oldu . Ayrıca tuz konsantrasyonlarındaki kademeli artış  $G'$  değerlerinde de artışa neden olmuştur.

### 2.2.7 Baharat ve Aroma Bileşenleri

Lezzet, tüketici satın alma niyetinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Baharatlar, aroma verici maddeler ve diğer çeşniler salata sosu ve benzeri emülsiyon ürünlerde duyuşal özellikler başta olmak üzere ürün kalitesinde ve müşteri tercihinde önemli role sahip bileşenlerdir. Çok farklı çeşitlerde baharatlar ve çeşni maddelerini salata soslarında görmek mümkündür. Püre veya kurutulmuş sebze parçaları, soğan, havuç, sarımsak, kırmızı biber, yeşil ve kırmızı biber ile maydanoz da dahil olmak üzere bunlar genel olarak ticari salata soslarında kullanılır.

Gıdalardaki aroma bileşiklerinin çoğu yağda eriyebilir [23], [24]. Lezzet algılaması, yağdan ve yağdan arındırılmış salata sosu ve mayonez ile tam yağlı ürünlere göre modifiye edilebilir, çünkü bir emülsiyonda yağ ve su dağılımı, her lezzetin dengesini etkiler. Salata sosu ve mayonez yağ içeriğinin azalmasıyla aromalarının etkisi daha yoğun hale gelir. Bu nedenle, gıda endüstrisi için, tüketicilerin yağlı tat isteğini gerekli lezzet salma modeliyle karşılayacak az yağlı içerikli bu türden ürünler geliştirmek büyük bir zorluk olabilir.

### **2.2.8 Koruyucular**

pH ve ayrışmamış organik asitlere ilaveten, yasal olarak izin verilen miktarlarda koruyucular, çoğunlukla mikrobiyolojik stabiliteyi sağlamak için salata sosu ve mayonez ürünlerinde kullanılırlar. Zayıf lipofilik organik asitler gıda emülsiyonlarında yaygın olarak kullanılan koruyucu bir gruptur (Örneğin; sorbik asit, potasyum sorbat, kalsiyum sorbat, benzoik asit, sodyum benzoat, potasyum benzoat ve kalsiyum benzoat). Bu farklı koruyucuların izin verilen seviyeleri farklı ülkelerdeki yürürlükteki mevzuata göre değişir. Sorbik asit ve benzoik asit izin seviyeleri Avrupa Topluluğu içinde en az % 60 yağ ile emülsifiye kaynaklar için [25] 2000 ppm'dir. Bu limit değerler farklı ülkelerin yasal düzenlemelerine göre değişmektedir. Türk Gıda Kodeksinde bu değer 2000 ppm'dir.

## **2.3 Salata Soslarının Kalite Parametreleri**

### **2.3.1 Reolojik Özellikler**

Reoloji, uygulanan kuvvet ile katıların deformasyonu ve sıvıların akışı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir bilim dalıdır. Reolojik veriler, duyu kalite, bileşen etkileşimi, raf ömrü ve emülsiyon stabilitesi açısından salata sosu ve mayonez ürünlerinin kalitesini kontrol etmek ve izlemek için kullanılabilir [26]. Reolojik özellikler salata sosunun genel kalitesinin belirlenmesi açısından kullanılan önemli parametrelerden biridir. Salata sosları Non-Newtonian, viskoelastik katı karakterdeki reolojik özellikleri sahiptir [16].

Ürünlerin ağızda hissettirdiği tat, kıvam, viskozite, yüzey gerilimi ve diğer fiziksel özelliklerle ilgilidir. Bir gıda, ağızda ve boğazda hareket ederken veya akarken ortaya çıkan değişiklikler, gıdanın reolojik özellikleriyle yakından alakalı olup, sonuç olarak, duyu nitelikler ve tüketici algılaması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [27]. Salata sosları için arzu edilen viskozite, kolayca dökülebilir olmaları ve durgun konumunda da başlangıçtaki yüksek viskozitesini geri kazanmalarını sağlayan yapıya sahip olmalarıdır .

Titreşim ve geri kazanım testleri (gerinim ya da uyumluluk zamanı) yanı sıra, kararlı durum akış testleri (viskozite-kayma oranı), salınım testleri (depolama ve kayıp modülü

vs. gerinim ya da frekans ya da sıcaklık) yapısal bütünlük, ürünlerde etkileşim ve kaliteyi saptamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

Salata sosu ve mayonez gibi ürünlerde emülsiyon yapısını ve emülsiyonu oluşturan bileşenler arasındaki interaksiyonu belirlemek amacıyla akış davranış, osilasyon ve 3-ITT (3 zaman aralıklı tiksotropik test) reolojik testleri uygulanır [28], [29]. Gıdalar uygulanan bazı ani deformasyon ve kuvvetlere maruz kaldıktan sonra gıdaların kendini ne kadar oranda ve sürede toparlayabildiğini gösteren teste 3-ITT (3 zaman aralıklı tiksotropik test) denir.

Soğuk pres chia tohumu yağ atığı kullanılarak üretilcek salata soslarında reolojik özellikler kalite parametresi açısından önem teşkil etmektedir. Çünkü soğuk pres chia tohumu içeriğindeki polisakkaritler nedeniyle stabilizatör, proteinler nedeniyle emülgatör özellik göstermektedir. Bu durumda chia tohumu yağ atığının stabilizatör ve emülgatör özelliklerinden dolayı salata soslarında kullanım olanağı bulunmaktadır ve reolojik özellikler üzerinde önemli değişikliklere sebep olabilirler. Bu anlamda soğuk pres chia tohumu yağ atığı kullanılarak üretilen salata soslarında reolojik özelliklerin optimize edilmesi gerekmektedir. Soğuk pres chia tohumu yağ atığı su ile beraber jel oluşturmakta, böylece akış davranış ve dinamik reolojik özelliklerin belirlenmesinde, stabilizatörler ve yağlarla birlikte salata soslarının kendine özgü reolojik özelliklerinin oluşumunda önemli rol oynamakta ve salata soslarının kalitesini etkilemektedir. Stabilizatör ve emülgatör niteliğinden dolayı chia tohumu yağ atığı yağı azaltılmış salata sosu üretiminde kullanılma potansiyeli bulunmakta ve bu da çalışmanın orijinalliğini oluşturmaktadır.

Salata sosu ve mayonez tipi emülsiyonların elastik özellikleri de yağ içeriğindeki değişikliklerden büyük ölçüde etkilenir. Yağ konsantrasyonundaki bir artış (ağırlıkça % 20-70), daha elastik yapıya sahip emülsiyon oluşumuna yol açabilmektedir [30]. [8], [31], yağ içeriği daha yüksek olan mayonez örneklerinin, salınım testleri sırasında daha yüksek depolama modülü ( $G'$ ) değerleri gösterdiğini bulmuşlardır.

Yağ içeriğinden farklı olarak özellikle emülgatör ve stabilizatörde salata sosu tipi emülsiyon ürünlerin reolojik özelliklerini etkilemektedir. Emülgatör, stabilizatör ve yağ içeriği artıkcı emülsiyonun kıvam katsayısı ve depolama modülünde önemli artışlar

meydana gelmektedir. Ancak salata sosu ve mayonez gibi emülsiyon ürünlerde emülgatörlerin reolojik özellikler üzerindeki etkisi stabilizatör ve yağ içeriğine kıyasla daha zayıftır [9].

Yapılan bir çalışmada [32] , düşük yağlı mayonez (ağırlıkça % 34 oranında yağ içeren) örneğinde % 4 modifiye nişasta ile ksantan gam ve keçiyoynuzu gamının kullanıldığı düşük yağlı bir emülsiyon formülasyonunda, ağırlıkça bunların kısmen değiştirilmesi ile düşük yağlı bir salata sosu hazırlanmıştır (KG, ağırlıkça % 0,4, keçiyoynuzu gamı LBG, ağırlıkça % 0,4, ağırlıkça % 0,03 + 0,03 veya ağırlıkça % 0,1 + 0,1). Sonuç olarak gam ve gam kombinasyonlarının kullanımıyla  $G'$  ve  $G''$  modülünün arttığı gözlemlendi; Ayrıca, gum içeriği ne kadar yüksekse,  $G'$  ve  $G''$  değerleri'de o kadar yüksek olmuştur.

### 2.3.2 Salata Soslarının Stabilité Özellikleri

Emülsiyon stabilitesi, bir gıda emülsiyonunun, fiziksel ve / veya kimyasal işlemlerden kaynaklanan özelliklerinde meydana gelen değişikliklere direnç gösterme yeteneğidir. Fiziksel değişiklikler çoğunlukla kremleşme, çökelme, topaklaşma, birleşim ve faz ters çevirmesi anlamına gelmektedir. Gıda emülsiyonundaki kimyasal işlemler, oksidasyon, lipoliz, proteoliz veya polimerizasyon sonucunda bir dizi kimyasal yapı değişikliği ile belirlenir [9].

Soğuk pres chia tohumu yağ atığı, emülsiyon stabilitesi ve oluşumunda görev almaktadır. Özellikle emülsiyon stabilitesini protein-polisakkarit ve sürekli faz ile chia tohumu yağ atığı arasında oluşan etkileşim etkilemektedir. Soğuk pres chia tohumu yağ atığı stabilizatör özelliklerinden dolayı su tutma özellikleri son derece yüksektir ve yağ oranının azaltıldığında meydana gelebilecek flokülasyon, chia tohumunun kullanımıyla önlenabilir ve stabilizatör niteliğiyle de sürekli fazın hareket yeteneği kısıtlandırılıp fiziksel değişikliklerin ortaya çıkması engellenebilmektedir.

Genellikle 9 ila 12 aylık raf ömrüne sahip olan salata sosu ve mayonez ürünlerinin emülsiyon kararlılığını, çeşitli emülsiyonlaştırıcıların emülsiyon yapma kapasitesi, her bir bileşenin oranı, homojenizasyon yöntemleri,  $pH$ , dağınık damlacıkların boyutu, viskozite, ayrıca gıda emülsiyonlarının tabi tutulduğu taşıma ve depolama koşulları etkilemektedir.

### **2.3.3 Mikro Yapısal Özellikler**

Mikroyapısal özellikler, gıda emülsiyonlarındaki bileşenlerin yapısı, boyutları ve etkileşim ve bütünlükleri hakkında bilgi verir ve bu da çıplak göz ile elde edilemez. Kullanılan farklı mikroskop türleri arasında klasik optik mikroskop, lazer tarayıcı konfokal mikroskop, transmisyon elektron mikroskopu (TEM), taramalı elektron mikroskopu (SEM) ve atomik kuvvet mikroskopu (AFM) bulunur [33], [34]. Bileşenler arasındaki etkileşimlere ek olarak, gıda emülsiyonlarının mikroyapısı (yani damlacık karakteristikleri), kullanılan emülsiyon yapıcıların özelliklerine, yani emülsiyonlaştırıcının dağılık faza oranına, adsorpsiyon hız ve verimliliğine, ara yüzey geriliminde azalma ve damlacıkları birleşmeye karşı korumak için kullanılan etkinlik ve emülgatörlerin miktarına bağlıdır [10].

Soğuk pres chia tohumu yağ atığı kullanılarak üretilen salata soslarında partikül boyutu, salata soslarının kalitesi açısından önemlidir. Partikül boyutları emülgatör ve homojenizasyon işlemiyle kontrol edilebilmektedir. Bu anlamda soğuk pres chia tohumu içerdiği proteinler nedeniyle emülgatör niteliğinden dolayı partikül boyutlarını düşürebilir ve aynı zamanda homojenizasyon işlemiyle partikül boyutlarının kontrolü sağlanabilmektedir. Bu nedenle salata soslarının kalitesinin belirlenmesi açısından önemlidir.

### **2.4 Soğuk Pres Yağ Atıkları ve Geri Kazanım Potansiyelleri**

Soğuk presli yenilebilir yağ endüstrisinde, yağ üretiminden sonra dikkate değer miktarlarda yan ürünler ortaya çıkmaktadır. Ekonomik kazanç açısından bu ürünlerin geri kazanımı önemlidir. Ürünlerin fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi, ekonomik ve sağlık yönünden iyileşme potansiyelini ortaya çıkarmak için çok önemlidir. Soğuk pres yağ yan ürünlerinin gıda endüstrisinin farklı bölgelerinde gıda maddelerinin zenginleştirilmesi amacıyla kullanılacak değerli bir potansiyele sahip olduğu ve bu amaçla soğuk pres chia tohumu yağ atığının değerlendirilebileceği bu çalışmada belirtilmiştir.

Soğuk pres işlemi sonucu elde edilen yağ atıkları, besleyici bileşen ve teknolojik açıdan öneme sahiptir. Atıklar karbonhidrat içeriğinin yüksek olması ile hidrokolloid olarak ve

yağı azaltılmış ürünlerde, protein içeriğinin yüksek olması ile emülgatör, yapıyı güçlendirici ve besleyici katkı olarak, biyoaktif bileşenler açısından ise antioksidan ve antimikrobiyal olarak, ve yağ asitlerini ve mineralleri yüksek miktarda içermesi ile de beslenme kalitesini geliştirmek amacıyla kullanılabilir. Soğuk pres yağ atıkları beslenme kalitesiyle beraber gıdaların fonksiyonel özelliklerini arttırması açısından da öneme sahiptir.

Yapılan bir çalışmada yenilebilir yağ endüstrisinde elde edilen soğuk pres yağ atıklarının fizikokimyasal, biyoaktif ve antimikrobiyal özelliklerini incelemiştir [35]. Çalışmada üzüm, nar, ceviz ve badem soğuk pres yağ atıklarının önemli derece de besleyici bileşenlere sahip olduğunu aynı zamanda soğuk pres yağ atıklarının gıda ürünlerinde kullanımı besleyici bileşenlerin yanında fonksiyonel özellikleri arttırması açısından önemli olduğu belirtilmiştir. Bu bileşenlerin gıda ürünlerinde kullanımının fonksiyonel olarak gıdayı zenginleştireceğine ve bu atıkların geri kazanım potansiyellerinin ilerleyen zamanlarda öneminin artacağına değinmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada expeller-ekstraksiyon ve soğuk-pres yöntemiyle kolza çekirdeği kek ve kimyasal yapısının değerlendirilmiştir [36]. Çalışmada atıkların kimyasal yapısı iki farklı üretim metodu karşılaştırılarak verilmiştir. Yüksek sıcaklık uygulamasıyla ekstraksiyon ve soğuk pres işlemi karşılaştırılmıştır. Soğuk pres kolza tohumu yağ atığı ekstraksiyonla karşılaştırıldığında daha düşük miktarda protein ve lif içermesine karşılık, yüksek miktarda yağ ve metabolize edilebilir enerji içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir. Yüksek enerji içeriğine sahip olması içerdiği yağ oranının yüksek olması ile ilgilidir.

## **2.5 Yağı Azaltılmış Salata Sosları**

Salata sosları içeriğinde % 20-65 yağ su içerisindeki yağ emülsiyonudur. Bu emülsiyonu stabilize etmek amacıyla emülgatör stabilizatörler ve bu nitelikte kullanılabilen maddeler formülasyona katılmaktadır. Literatürde yağı azaltılmış salata soslarına dair pek çok çalışma yer almaktadır. Çalışmamızda ana bileşen olan soğuk pres chia tohumu düşük yağlı salata sosu üretiminde değerlendirilmiştir. Literatürde chia tohumuyla ve fizikokimyasal özellikleriyle ilgili çalışmalar yer almaktadır.

Yapılan bir başka çalışma da chia tohumunun ve ununun, jel oluşturma özellikleri incelenmiştir [37]. Bu amaçla elde edilen sonuçlar gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan guar gam ve jelatin ile karşılaştırılmıştır. Su tutma kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, viskozite, emülsiyon özellikleri incelenmiş ve guar zamkı ve jelatinle son derece benzer sonuçlar bulunmuştur. Chia'nın polisakkarit esaslı jel olduğu belirtilmiştir. Ekstrakte edilen chia tohumu jelinin koyulaştırıcı, emülgatör ve stabilizatör kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada da chia tohumundan elde edilen gamın kimyasal ve fonksiyonel özellikleri incelenmiştir [38]. Chia tohumu gamı su tutma kapasitesi yağ tutma kapasitesine ve su absorpsiyonuna karşı daha yüksek çıkmıştır. Reolojik davranışları incelendiğinde ise kesme incelmesi göstererek psödüplastik kayma yapısına sahip olduğu belirtilmiştir. Fonksiyonel bir bakış açısıyla chia tohumu gamının stabilizatör ve emülgatör olarak kullanım potansiyeli bulunduğu belirtilmiştir.

Düşük yağlı salata sosu üretimi için pek çok farklı madde kullanılmış ve literatüre yansımıştır. Salata soslarında yağ miktarını azaltmak için protein izolatları bakliyat unları stabilizatör ve emülgatör nitelikte olduğu düşünülen bileşenler kullanılmıştır.

Yapılan bir çalışmada granüler ve dallanış nişasta yağı azaltılmış salata sosu örneklerinde kullanımı incelenmiştir. % 7 granüler nişasta ve % 20 dallanmış nişasta ile hazırlanan düşük yağlı salata soslarında 50 g soya yağı yerine 5 g soya yağı kullanımıyla benzer emülsiyon özelliklerine sahip salata sosu üretimi gerçekleştirilmiştir [39].

Yapılan bir araştırmada stabilizatör, yulaf unu (% 1-5) ve yağ (% 10-30) miktarının probiyotik bakteri içeren yağı azaltılmış salata sosunun reolojik özellikleri, emülsiyon stabilitesi, partikül boyutu ve zeta potansiyeline etkisi incelenmiştir [6]. Yulaf ununun kullanım miktarının artmasıyla yağ oranı azalmasına rağmen benzer emülsiyon özellikleri (akış davranış reolojik özellikler, *K* değeri) salata soslarında gözlenmiştir. Yulaf unu 3 g, yağ miktarı 20 g olan ürün optimum seçilmiş ve yağ miktarı 25'ten 20'ye düşürülerek yaklaşık olarak % 20 oranında yağ miktarında azalma meydana gelmiştir. Bu çalışmada yulaf ununun yağ'a ikame olarak düşük yağlı salata sosu üretiminde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada (kabuklu ve kabuksuz mercimek, nohut ve bezelye) bakliyat unu eklenerek salata soslarının tekno-fonksiyonel karakterizasyonu incelenmiştir [40]. Bakliyat unları (%3,5–10,5), kanola yağı (% 20–50) ve yumurta sarısı tozu (% 3–7) kullanılmıştır. Kabuklu yeşil mercimek unu ticari salata sosu örnekleriyle baz alınarak hesaplandığında optimum yağ değeri % 32,18 ve yaklaşık olarak yağ miktarında % 36 değerinde bir azalma meydana gelmiştir. Kabuksuz yeşil mercimek ununda yağ miktarı %27 ve %46 oranında, nohutta ise yağ miktarı optimum %20 ve %60 oranında yağ miktarına kadar düşüş gözlenmiştir.



### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Soğuk pres chia tohumu yağ atığı Neva Gıda Maddeleri ve Baskı Malzemeleri Sanayi Dış Ticaret Limited Şirketi'nden (Esenyurt, İstanbul) alınmış ve Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği laboratuvarında soğuk pres chia tohumu yağ atığı düşük sıcaklıkta (10°C) ışık geçirmeyen bir ortamda kapalı bir şekilde depolanmıştır. Asitlik verici ajan olarak sirke kullanılmıştır. Formülasyonda kullanılan diğer maddeler soğuk pres chia tohumu yağı atığı ksantan gum, yumurta sarısı tozu ve yağ'dır . Soğuk pres chia tohumu yağ atığında gerçekleştirdiğim analiz ile karbonhidrat % 40 (çoğunluğu lif), nem miktarı % 8, yağ % 11 ve protein % 34 olarak bulunmuştur. Aynı zamanda yağ asidi kompozisyonu analiz edildi ve sonuçlar Çizelge 3.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 Soğuk pres chia tohumu yağ atığının yağ asidi kompozisyonu

| Yağ Asidi      | % miktar |
|----------------|----------|
| Bütirik Asit   | 7,16     |
| Palmitik Asit  | 6,19     |
| Stearik Asit   | 2,51     |
| Oleik Asit     | 4,46     |
| Linoleik Asit  | 17,3     |
| Linolenik Asit | 62,4     |
| Total          | 100      |

### 3.2 Yöntem

Çalışma tek aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Soğuk pres chia tohumu yağ atığı kullanılarak üretilen salata soslarının reolojik özellikleri belirlenmiş ve buna göre ticari örnekler referans alınarak formülasyon optimizasyonu yapılmıştır. Optimizasyon sonuçlarına göre üretilen üründe optimizasyon işleminin başarısını ölçmek amacıyla optimum formülasyonla üretilen ürünün 3-ITT reolojik özelliği karakterize edilmiştir.

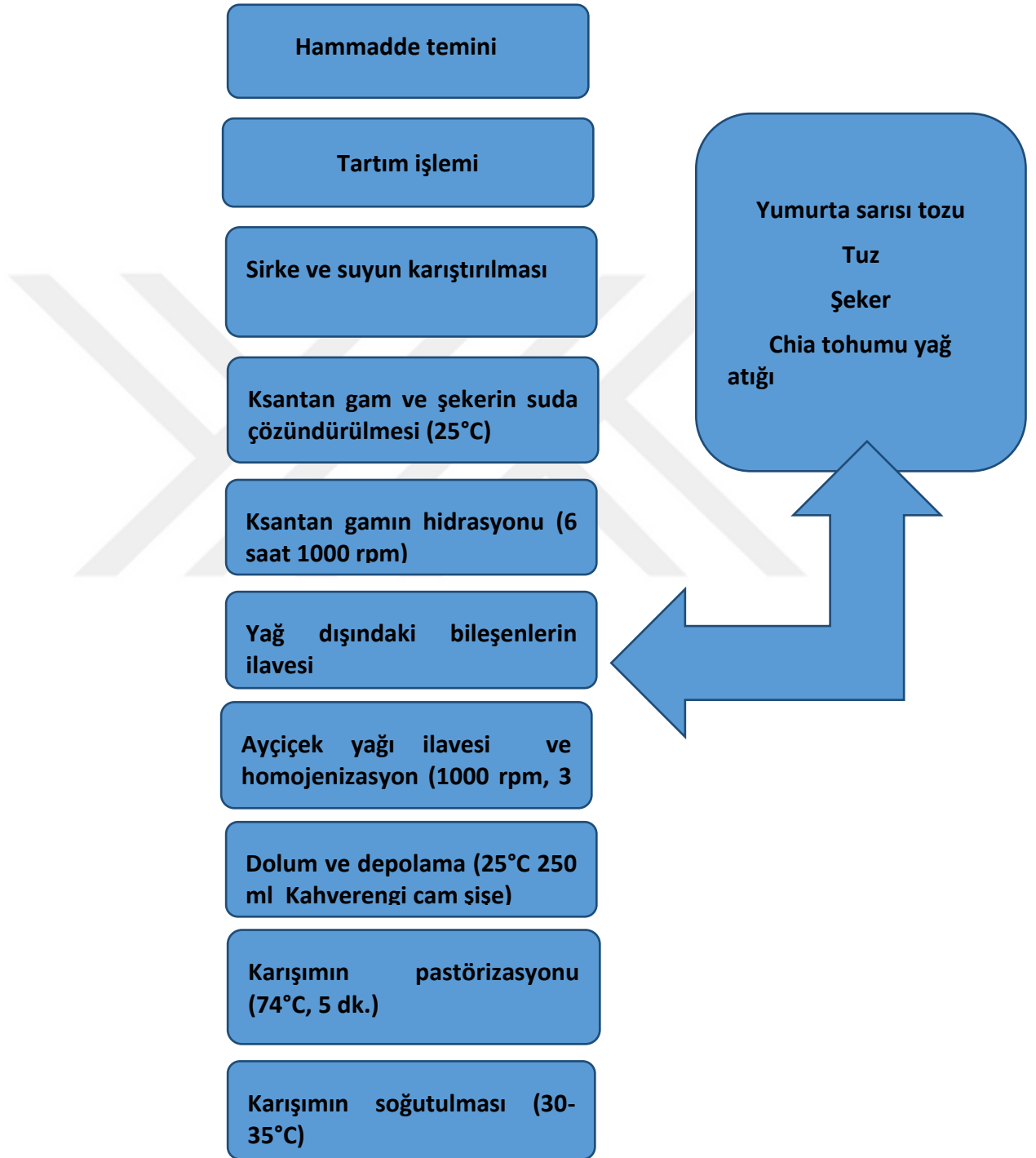
#### 3.2.1 Salata Sosu Üretimi

Salata sosu üretiminin akış şeması Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Salata sosu üretiminin ilk aşamasında belirlenen formülasyonlara göre sirke ve su tartımı gerçekleştirilmiş, beher içerisine ilave edilmiştir. Sirke ve suyun karıştırılmasının ardından bir miktar şekerle beraber ksantan gam, sirke su karışımı içerisinde oda sıcaklığında çözündürülmüş çözünme işlemi sırasında çökelme ve topaklanma olmaması için ksantan gam sirke su karışımına yavaş yavaş ilave edilmiştir. Ksantan gamın çözündürülmesinin ardından tamamen hidrate olması açısından belirli bir süre (6 saat) 1000 rpm’de manyetik karıştırıcıda karıştırılmaya devam edilmiştir. Daha sonra ise yağ dışındaki diğer bileşenler (yumurta sarısı tozu, sodyum benzoat, tuz ve şeker) sulandırılmış ve asitlendirilmiş ksantan gam çözeltisine ilave edilmiştir. Ardından soğuk pres chia yağ atığı ilave edilmiş ve ultra turaks ile (Daihan, HG-15D) homojenizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Homojenizasyon işlemi 1000 rpm’de 3 dakika olarak uygulanmıştır. Homojenizasyon işleminin sonrasında salata sosu örnekleri kahverengi şişelere doldurulmuş ve daha sonra 74°C’de 5 dakika süreyle pastörizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Pastörizasyon işleminden sonra salata sosu örnekleri 30-35°C’ ye soğutulmuş ve kapakları kapatılıp oda sıcaklığında depolanmıştır.

#### 3.2.2 Deneysel Dizayn

Soğuk pres chia tohumu yağ atığı kullanılarak salata soslarının üretimi reolojik özelliklerinin optimizasyonu için proseslerin geliştirilmesi ve optimizasyonu için gerekli olan istatistiksel ve matematiksel teknikleri içeren Yanıt yüzey yöntemi (YYY) formülasyon oluşturmak amacıyla tüm faktöriyel merkezi komposite dizayn (CCRD) kullanılmıştır. Soğuk pres chia tohumu yağ atığı, ksantan gam ve yumurta sarısı tozu

konsantrasyonunun (g/100g) salata sosunun akış davranış ve dinamik reolojik özelliklere etkisi araştırılmış elde edilen kıvam katsayısı ve ticari salata sosu örnekleri baz alınarak optimum formülasyon belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Salata sosu üretim akış şeması

Optimum formülasyon belirlenirken ticari olarak üretilen 4 farklı salata sosunun reolojik özellikleri referans alınmıştır. 27 farklı deneysel nokta Design Expert Software (Version 7 Stat-Easy Co., Minneapolis, MN, USA) programıyla elde edilmiş ve bu değerlerin standart sapmaları hesaplanmıştır (Çizelge 3.2).

### 3.2.3 Reolojik Analizler

Soğuk pres chia tohumu yağ atığının salata sosu içerisindeki akış davranış reolojik özellikleri, dinamik reolojik özellikleri ve bu yağ atığından elde edilen salata soslarının akış davranış ve 3-ITT reolojik özellikleri, sıcaklık kontrollü reometre (Anton Paar, MCR 302, Avusturya) ile gerçekleştirilip belirlenmiştir. Tüm reolojik analizler 25°C de gerçekleştirilmiş ve paralel plate konfigürasyonu kullanılarak belirlenmiştir.

#### 3.2.3.1 Akış Davranış Reolojik Özellikler

Soğuk pres chia tohumu yağ atığı kullanılarak üretilen salata soslarının akış davranış reolojik özellikleri paralel plate konfigürasyonu kullanılarak 0-100 kesme hızı ( $s^{-1}$ ) aralığında belirlenmiş ve reometre probu ile numune plakası arasında 0,5 mm boşluk bırakılmıştır. Reometre ölçüm plakasını taşıracak kadar (yaklaşık 2 g) örnek ilave edilmiş ve sıcaklık dengesi sağlanana kadar beklenilmiş ve daha sonra analiz gerçekleştirilmiştir. Kesme hızına karşılık gelen kayma gerilimi ve görünür viskozite değerleri kaydedilmiştir. Akış davranış reolojik özelliklere ait parametreler Power Law model ve doğrusal olmayan regresyon kullanılarak tespit edilmiştir;

$$\tau = K\gamma^n \quad (3.1)$$

Eşitlikte  $\tau$  değeri kayma gerilimini ( $Pa$ ),  $K$  kıvam katsayısını ( $Pa s^n$ ),  $\gamma$  kesme hızını ( $s^{-1}$ ) ve  $n$  ise akış davranış indeksini göstermektedir.

Çizelge 3.2 Salata sosu formülasyon optimizasyonu için deneme dizaynı

| Deneme | Stabilizatör | Chia<br>tohumu | Emülgatör | Yağ   |
|--------|--------------|----------------|-----------|-------|
| 1      | 0,10         | 1,25           | 3,00      | 15,00 |
| 2      | 0,25         | 2,00           | 3,00      | 15,00 |
| 3      | 0,40         | 0,50           | 5,00      | 10,00 |
| 4      | 0,40         | 2,00           | 1,00      | 10,00 |
| 5      | 0,10         | 0,50           | 1,00      | 10,00 |
| 6      | 0,10         | 2,00           | 1,00      | 20,00 |
| 7      | 0,10         | 0,50           | 1,00      | 20,00 |
| 8      | 0,25         | 1,25           | 5,00      | 15,00 |
| 9      | 0,25         | 1,25           | 1,00      | 15,00 |
| 10     | 0,40         | 0,50           | 1,00      | 20,00 |
| 11     | 0,10         | 0,50           | 5,00      | 10,00 |
| 12     | 0,40         | 1,25           | 3,00      | 15,00 |
| 13     | 0,40         | 2,00           | 5,00      | 20,00 |
| 14     | 0,10         | 2,00           | 1,00      | 10,00 |
| 15     | 0,40         | 0,50           | 1,00      | 10,00 |
| 16     | 0,25         | 1,25           | 3,00      | 20,00 |
| 17     | 0,25         | 1,25           | 3,00      | 15,00 |
| 18     | 0,10         | 2,00           | 5,00      | 10,00 |
| 19     | 0,10         | 0,50           | 5,00      | 20,00 |
| 20     | 0,40         | 2,00           | 5,00      | 10,00 |
| 21     | 0,40         | 2,00           | 1,00      | 20,00 |
| 22     | 0,10         | 2,00           | 5,00      | 20,00 |
| 23     | 0,25         | 1,25           | 3,00      | 15,00 |
| 24     | 0,25         | 1,25           | 3,00      | 10,00 |
| 25     | 0,25         | 1,25           | 3,00      | 15,00 |
| 26     | 0,25         | 0,50           | 3,00      | 15,00 |
| 27     | 0,40         | 0,50           | 5,00      | 20,00 |

### 3.2.3.2 Dinamik Reolojik Özellikler

Soğuk pres chia tohumu yağ atığı kullanılarak üretilen salata soslarının dinamik reolojik analizleri paralel plate konfigürasyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak lineer viskoelastik bölgeyi belirlemek için amplitude sweep testi % 0,1 strain değerinde yapılmıştır. Tespit edilen değere göre frekans sweep testi 0,1-10 Hz frekans ve 0,1-64 ( $\omega$ ) açısal hız aralığında uygulanmıştır. Açısal hız ve frekans değerine karşılık depolama modülü ( $G'$ ) ve kayıp modülü ( $G''$ ) değerleri belirlenmiştir. Dinamik reolojik özellikler

ile ilgili parametreler Power Law model ve lineer olmayan regresyon kullanılarak belirlenmiştir [41] ;

$$G' = K'(\omega)^{n'} \quad (3.2)$$

$$G'' = K''(\omega)^{n''} \quad (3.3)$$

Eşitlikte  $G'$  değeri depolama modülünü ( $Pa$ ),  $G''$  değeri kayıp modülü ( $Pa$ ),  $\omega$  açısal hız değerini ( $s^{-1}$ ),  $K', K''$  kıvam katsayısı değerlerini ( $Pa s^n$ ) ve  $n', n''$  değerleri ise akış davranış indeksi değerlerini ifade etmektedir.

### 3.2.3.3 3 –ITT (3 Zaman Aralıklı Tiksotropik Test)

Soğuk pres chia tohumu yağ atıkları kullanılarak üretilen salata sosu örneklerinin 3-ITT reolojik özellikleri sabit kesme hızı değeri olarak  $0,5 s^{-1}$  ve değişken kesme hızı değeri olarak  $150 s^{-1}$  değeri belirlenmiştir. Değerlerin seçilmesinde lineer viskoelastik bölge dikkate alınmış ve örneklerin lineer viskoelastik bölgesi  $50 s^{-1}$  değerinde sonlanmaktadır. Salata sosu örnekleri ilk zaman aralığında çok düşük bir kesme hızına ( $0,5 s^{-1}$ ) 100 sn tabi tutulmuştur. İkinci zaman aralığında ise  $150 s^{-1}$  belirlenen kesme kuvvetine 40 sn maruz bırakılmıştır. Üçüncü zaman aralığında ise salata sosları tekrardan ilk zaman aralığındaki düşük kesme hızı seviyesine maruz bırakılarak ikinci zaman aralığındaki dinamik reolojik davranışı test edilmiştir. Bu amaçla salata sosu örneklerinin viskoelastik katı yapısındaki ( $G'$ ) değişim gözlemlenmiştir. Soğuk pres chia tohumu yağ atığı kullanılarak üretilen salata sosu örneklerinin üçüncü zaman aralığındaki davranışı ikinci dereceden yapısal kinetik model (second order structural kinetic model) kullanılarak modellenmiştir;

$$\left[ \frac{G' - G_e}{G_0 - G_e} \right]^{1-n} = (n - 1)kt + 1 \quad (3.4)$$

Modelde  $G'$  değeri depolama modülündeki değişimi ( $Pa$ ),  $G_0$  3. zaman aralığındaki başlangıç depolama modülü değerini ( $Pa$ ),  $G_e$  ürün kendini tamamen toparladığı diğer bir ifadeyle dengeye geldiği andaki depolama modülü ( $Pa$ ),  $k$  tikroskopik hız sabitini

belirtmektedir. Modeldeki  $n$  değeri denklem 2. dereceden bir denklem olduğu için 2 olarak kabul edilmiştir [29].

### 3.2.4 Emülsiyon Özellikleri

#### 3.2.4.1 Emülsiyon Stabilitesi

Soğuk pres chia tohumu kullanılarak üretilen salata sosu örneklerinin emülsiyon stabilitesini tespit etmek amacıyla en zayıf özelliğe sahip salata sosu örneği 28 gün boyunca depolanmış ve bu süreçte faz ayrımı gözlemlenmemiştir. Eğer faz ayrımı gerçekleşirse örneklerin emülsiyon stabilitesi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesap edilebilir:

$$h(\%) = (h_w/h_t) * (100) \quad (3.5)$$

Eşitlikte  $h$  emülsiyon stabilitesini,  $h_w$  ayrılan yağ fazının yüksekliği ve  $h_t$  ise emülsiyonun toplam yüksekliğini ifade etmektedir [42].

#### 3.2.4.2 Zeta Potansiyeli ( $\zeta$ ) ve Partikül Boyutu Ölçümü

Soğuk pres chia tohumu kullanılarak üretilen salata sosu örneklerinde su içerisinde dağılmış yağ partiküllerinin boyutu ve  $\zeta$  potansiyeli elektroforez ve dinamik ışık saçınımı sistemine sahip zeta potansiyeli ve partikül boyutu ölçüm cihazı olan zetasizer (Nanosizer, Malvern Instruments, Worcestershire, UK) ile tespit edilmiştir. Analiz öncesinde örnekler ultra saf su ile 500 kat seyreltildikten sonra ultrasonik su banyosunda 5'er dakika karıştırılmak suretiyle homojenizasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra salata sosu örneklerinin zeta-sizer cihazıyla ölçümü yapılmıştır. Zeta potansiyeli ölçümünde tek paralel ölçüm yapılmış ve değerler elde edilmiştir. Örneklerin partikül boyutu ise dinamik ışık saçınımı tekniğine göre belirlenmiştir.

Gıda emülsiyonlarının (örneğin raf ömrü, görünüm, doku ve lezzet) önemli özelliklerinin çoğu, damlacık boyutu özellikleri ile yakın bir ilişkiye sahiptir. Bu nedenle, emülsiyonlardaki damlacıkların boyutunu güvenilir şekilde kontrol etmek, öngörmek, ölçmek ve raporlamak son derece önemlidir [43], [44].

Elektrik yüklerini ölçmek için kullanılabilecek analitik teknikler ( $\zeta$ -potansiyeli), mikroelektroforez ve elektro akustik yöntemleri içerir [43]. Dağılmış parçacıklar üzerinde bulunan yükler az parçacık boyutlarına sahip az yağlı bir emülsiyonun stabilitesinin korunmasında önemlidir; ancak, bunlar yüksek yağlı mayonez gibi yüksek viskoziteli gıda emülsiyonlarında daha az öneme sahiptir [44].

### **3.2.5 İstatistiksel Analiz**

Salata sosu üretimi optimizasyon olduğu için tekerrürsüz olarak gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri için (ANOVA) varyans analizi kullanılmıştır. İstatistiksel uygulamalar ise statistica paket bilgisayar programıyla (IBM, USA) yürütülmüştür. Gerçekleştirilen reolojik analizler neticesinde Power Law model parametreleri, lineer olmayan regresyon analizleri yardımıyla hesap edilmiştir. Lineer olmayan regresyon analizler, Statistica yazılım programı (Stat Soft Inc., Tulsa, OK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### ARAŞTIRMA BULGULARI

#### 4.1 Yatışkan Faz Reolojik Özellikleri

Yatışkan faz reolojik özellikleri salata soslarının önemli kalite özelliklerinden biridir. Salata sosları non-newtonian akış özelliği gösteren ürünlerdir. Bu çalışmamızda formülasyon optimizasyonu için yatışkan faz reolojik özelliklerine ait veriler kullanılmıştır. 27 farklı deneme noktasından elde edilen salata soslarının akış davranış reolojik özelliklerine ait grafikler Şekil 4.1’de verilmiştir. Grafiklerden de anlaşılağı üzere artan kesme hızına karşı örneklerin kayma geriliminde azalma meydana gelmiştir. Bu durum üründe viskozitenin azaldığını göstermektedir. Viskozitenin azalmasının sebebi ise uygulanan kuvvete bağılı olarak moleküller arasındaki bağların ve bileşenler arasındaki etkileşimlerin zarar görmesiyle açıklanabilir [45], [46]. Bu akış davranış özelliğı salata soslarına ait tipik bir akış davranış özelliğidir. Daha önceki birçok çalışmada salata sosu örneklerinin bizim çalışmamızdaki salata sosu örneklerinde olduğı gibi psedöplastik akış özelliğı göstermektedir [45].

Power Law modeli kullanılarak örneklere ait kıvam katsayısı  $K$  ve  $n$  değeri hesaplanmıştır. Deneme dizaynıyla oluşturulan 27 farklı noktanın  $K$  ve  $n$  değeri Çizelge 4.1 ‘de gösterilmiştir.  $R^2$  değeri aralığının 0,95-0,99 aralığında olması Power Law modelinin, salata soslarının akış davranış özelliklerini belirleme de uygunluğunu göstermektedir.  $K$  ve  $n$  değeri formülasyon içeriğine göre farklılık göstermiş ve sırasıyla 0,5521-15,8747 Pas<sup>n</sup>, 0,1266-0,3818 olarak bulunmuştur.

Deneme dizaynına göre hazırlanan salata soslarının akış davranış reolojik özelliklerine bakıldığında en düşük  $K$  değerine sahip örnek 5 numaralı (% 0,1 stabilizatör, % 0,5 soğuk pres chia tohumu yağ atığı, %1 emülgatör, %10 yağ ) en yüksek  $K$  değerine sahip örnek ise 13 numaralı (% 0,4 stabilizatör, % 2 soğuk pres chia tohumu yağ atığı, % 5 emülgatör, % 20 yağ ) örnektir.

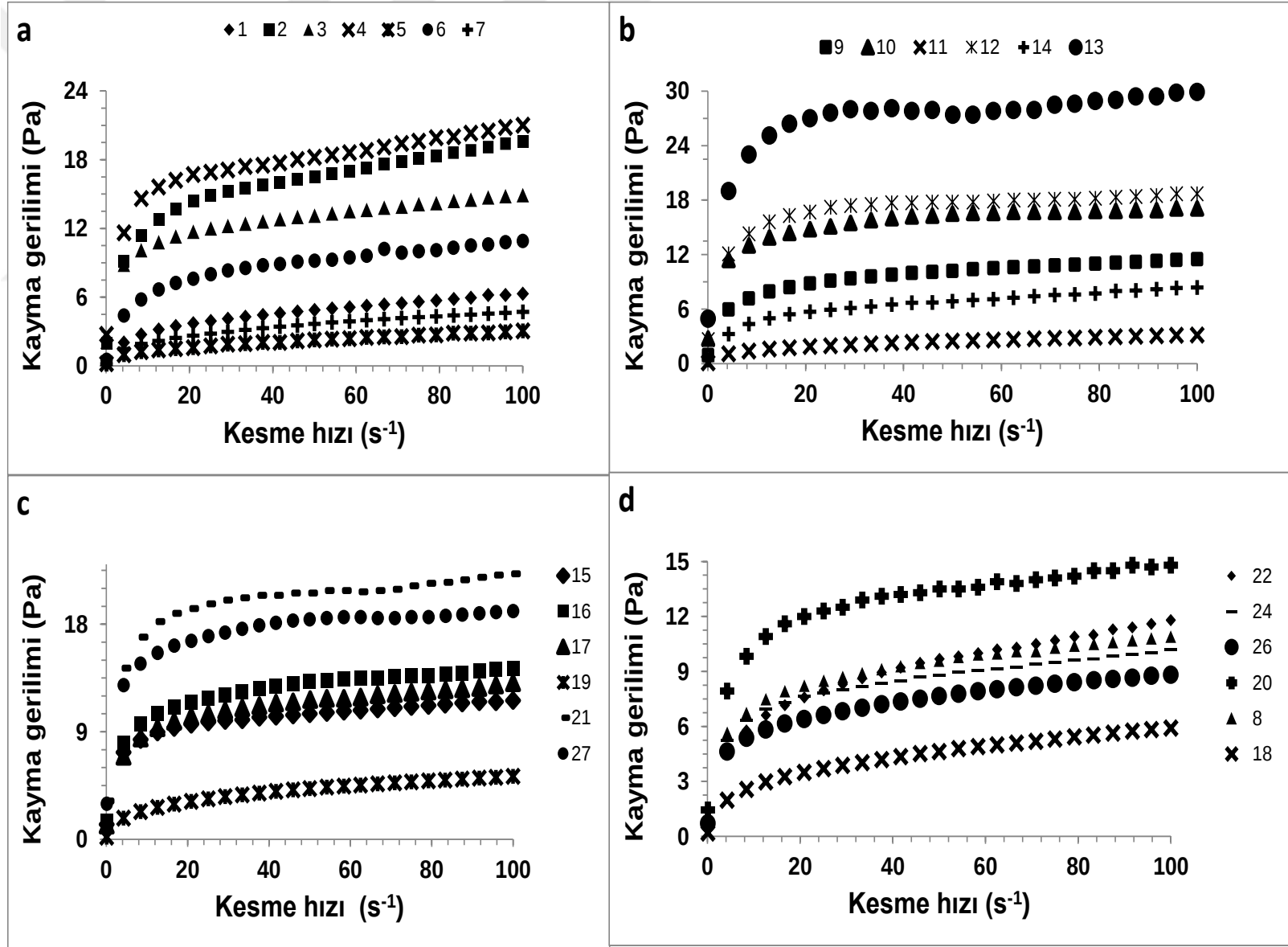
$n$  değerlerinin 1'den küçük olması salata soslarının non-newtonian özellik gösterdiğini ve de kıvam katsayısının artmasıyla  $n$  değerinin azaldığı görülmüştür.  $n$  değerinin 1'e yaklaşması ürünün akış özelliğinin newtonian akışa doğru ilerlemesi anlamına gelmektedir. Salata soslarında ise  $n$  değerinin 0' a yakın yani psödoplastik özellikte olması istenmektedir. 27 farklı deneme noktasından elde edilen sonuçlara göre üretilen salata soslarının  $n$  değerlerine baktığımızda ise  $n$  değerinin istenilen değerler arasında olduğu yorumunu yapabiliriz [9], [16].

Yapılan bir çalışmada yeşil mercimek, nohut ve sarı bezelye kullanılarak hazırlanan salata soslarının yanıt yüzey yöntemine göre optimizasyonu gerçekleştirilmiştir [47]. Akış davranış reolojik özellikleri incelenmiş ve  $n$  değeri 0,16-0,49 aralığında bulunmuştur.

Yapılan bir başka araştırmada da yağ, yumurta sarısı, tuz ve salep kullanılarak üretilen salata soslarının reolojik özellikleri, emülsiyon stabilitesi ve mikro yapısal özellikleri incelenmiştir [48]. Farklı formülasyonlarla üretilen salata soslarının akış davranış özellikleri incelendiğinde artan kesme hızına karşılık viskozitesi azalan (kesme incilmesi) bir yapıya sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Yapılan bir çalışmada protein, yağ ve polisakkarit kaynağı olarak chia tohumu araştırılmıştır. % 30 oranında yağ (yağın % 90' ından fazlası trigliserit olarak bulunmuş) ve protein oranı % 23,4 olarak bulunmuştur [49]. Aşırı viskoz olarak chia tohumunda bulunan polisakkaritler tohumdan izole edip incelenmiştir ve bu polisakkaritlerin temel bileşenlerini ksiloz ve arabinoz oluşturduğu belirtilmiştir.

Şekil 4.1 Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri



| Deneme | Stabilizatör(%) | Chia(%) | Emülgatör(%) | Yağ(%) | $K(Pas^n)$ | $n$       | $R^2$ |
|--------|-----------------|---------|--------------|--------|------------|-----------|-------|
| 1      | 0,10            | 1,25    | 3,00         | 15     | 1,27±0,31  | 0,29±0,04 | 0,99  |
| 2      | 0,25            | 2,00    | 3,00         | 15     | 7,78±0,69  | 0,22±0,01 | 0,99  |
| 3      | 0,40            | 0,50    | 5,00         | 10     | 6,24±0,10  | 0,18±0,00 | 0,98  |
| 4      | 0,40            | 2,00    | 1,00         | 10     | 9,04±0,04  | 0,18±0,00 | 0,97  |
| 5      | 0,10            | 0,5     | 1,00         | 10     | 0,55±0,02  | 0,38±0,01 | 0,99  |
| 6      | 0,10            | 2,00    | 1,00         | 20     | 3,28±0,00  | 0,26±0,00 | 0,99  |
| 7      | 0,10            | 0,50    | 1,00         | 20     | 0,88±0,03  | 0,37±0,01 | 0,99  |
| 8      | 0,25            | 1,25    | 5,00         | 15     | 4,10±0,12  | 0,21±0,00 | 0,98  |
| 9      | 0,25            | 1,25    | 1,00         | 15     | 4,54±0,09  | 0,21±0,00 | 0,98  |
| 10     | 0,40            | 0,50    | 1,00         | 20     | 9,02±0,14  | 0,15±0,01 | 0,95  |
| 11     | 0,10            | 0,50    | 5,00         | 10     | 0,60±0,03  | 0,34±0,01 | 0,99  |
| 12     | 0,40            | 1,25    | 3,00         | 15     | 9,77±1,88  | 0,12±0,02 | 0,93  |
| 13     | 0,40            | 2,00    | 5,00         | 20     | 15,87±0,22 | 0,14±0,00 | 0,92  |
| 14     | 0,10            | 2,00    | 1,00         | 10     | 2,37±0,01  | 0,27±0,00 | 0,99  |
| 15     | 0,40            | 0,50    | 1,00         | 10     | 5,51±0,11  | 0,17±0,00 | 0,96  |
| 16     | 0,25            | 1,25    | 3,00         | 20     | 6,12±0,01  | 0,18±0,00 | 0,97  |
| 17     | 0,25            | 1,25    | 3,00         | 15     | 5,42±0,09  | 0,19±0,00 | 0,97  |
| 18     | 0,10            | 2,00    | 5,00         | 10     | 1,20±0,04  | 0,35±0,00 | 0,99  |
| 19     | 0,10            | 0,50    | 5,00         | 20     | 1,12±0,01  | 0,33±0,00 | 0,99  |
| 20     | 0,40            | 2,00    | 5,00         | 10     | 6,24±0,16  | 0,19±0,00 | 0,98  |
| 21     | 0,40            | 2,00    | 1,00         | 20     | 11,38±0,05 | 0,15±0,00 | 0,94  |
| 22     | 0,10            | 2,00    | 5,00         | 20     | 2,88±0,10  | 0,29±0,01 | 0,99  |
| 23     | 0,25            | 1,25    | 3,00         | 15     | 4,67±0,11  | 0,20±0,00 | 0,98  |
| 24     | 0,25            | 1,25    | 3,00         | 10     | 4,00±0,16  | 0,21±0,01 | 0,98  |
| 25     | 0,25            | 1,25    | 3,00         | 15     | 4,38±0,04  | 0,20±0,00 | 0,98  |
| 26     | 0,25            | 0,50    | 3,00         | 15     | 3,19±0,03  | 0,22±0,00 | 0,99  |
| 27     | 0,40            | 0,50    | 5,00         | 20     | 9,94±0,07  | 0,15±0,00 | 0,95  |

Çizelge 4.1 Salata sosu formülasyon optimizasyonu deneme dizaynı ve akış davranış reolojik özellikleri

Salata sosu örneklerinin akış davranış özellikleri ( $K$ ) üzerine formülasyon bileşenlerinin etkisi, yanıt yüzey yöntemiyle kuadratik model kullanılarak ortaya konulmuştur.

Modele ait  $R^2$  değeri 0,98-0,99 aralığında bulunmuş ve formülasyonların  $K$  değeri üzerine etkisi bu modelin başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermektedir. Bileşenlerin  $K$  değeri üzerine etkisini gösteren model önemli ( $P<0,05$ ), Lack of fit değeri ise önemsiz ( $P>0,05$ ) bulunmuştur.

Anova varyans analizi ile bağımlı değişkenlerin bağımsız değişkenler üzerinde yani yanıtlar üzerinde etkisi istatistiksel olarak belirlenmektedir.  $K$  değeri üzerine formülasyon bileşenlerinin etkisi kuadratik model kullanılarak belirtilmiş ve anova varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de gösterilmektedir. Tablodan görüleceği üzere emülgatör önemsiz formülasyonun diğer bileşenleri soğuk pres chia tohumu yağ atığı, yağ ve stabilizatör ise model açısından önemli çıkmıştır. Ayrıca bağımsız değişkenlerin ikili kombinasyon şeklinde etkilerine bakıldığı zaman emülgatör soğuk pres chia tohumu ve yağ atığıyla beraber kullanıldığı zaman aynı şekilde model açısından önemsiz kabul edilmektedir. Stabilizatör yağ ve soğuk pres chia tohumu yağ atığının yanıt üzerinde yani  $K$  değeri üzerinde meydana getirdikleri önemli artışlar neticesinde model açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuşlardır.

Formülasyonda kullanılan her bir bileşenin  $K$  değeri üzerine etkisi Şekil 4.2’de gösterilmektedir.

Yağ , gum , chia tohumu yağ atığının artmasıyla beraber şekilden de anlaşıldığı gibi  $K$  değeri artmaktadır ve bu bileşenlerin  $K$  değeri üzerine etkilerinin farklı oranlarda olduğu görülmektedir.  $K$  değerini etkileyen en önemli bileşenin stabilizatör olduğu anlaşılmaktadır. Düşük kullanım düzeylerinde kıvam katsayısında önemli bir artış meydana getirmeseler de stabilizatörlerin orta ve yüksek miktarda kullanımı (0,3 den daha fazla)  $K$  kıvam katsayısını önemli bir şekilde arttırmaktadır. Ayrıca stabilizatör miktarının belirli bir düzeyden sonra etkinliğinin artması diğer bileşenlerin de etkisini arttırarak sinerjistik etki yaptığı ortaya çıkmıştır [9]. Stabilizatör yanında chia tohumu atığının miktarı da  $K$  değeri üzerinde önemli etki göstermiştir. Chia tohumu oranı % 1’ in üzerine çıktığında  $K$  değerinde şekilden de görüleceği üzere önemli bir artış

gözlenmiştir. Bu durum düşük yağ ve emülgatör içeren formülasyon düzeylerinde de görülmektedir. Soğuk pres Chia tohumu yağ atığının örneklerin  $K$  değerini artırmasını atık içerisinde bulunan su tutma özelliğine sahip polisakkaritlerden kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Emülgatör, stabilizatör ve yağ miktarının artışıyla salata sosu ve benzeri ürünlerin  $K$  değerindeki artış diğer araştırmacılar tarafından da gözlemlenmiştir [6]. Araştırmacılar yağ, stabilizatör ve emülgatör içeriğinin artmasıyla  $K$  değerindeki bu artışı moleküller arasındaki zayıf elektrostatik ve hidrofobik interaksyona, stabilizatörlerin oluşturdukları jel yapıya, yağ moleküllerinin artmasıyla stabilizatörlerin bulunduğu sulu fazın azalması ve sürekli fazın mobilitasının azalması, yağ damlacıklarının çevresindeki negatif yükün artması ve ara yüzeyde adsorblanan proteinlerle sürekli faz arasındaki etkileşimin artması ve sonucunda da daha kararlı ve sıkı bir yapının oluşmasıyla açıklanabilir [6], [50]. Bileşenlerinin ayrı ayrı etkisinin yanında etkileşimlerinin de  $K$  değeri üzerinde etkisinin önemli olmasını da yağ-emülgatör, yağ-stabilizatör ve stabilizatör emülgatör arasındaki etkileşimle açıklayabiliriz. Özellikle yağ damlacıkları çevresinde adsorbe olmuş protein-fosfolipid yapısına sahip yumurta sarısının hem yağ damlacıkları arasında bir köprü oluşturması ve stabilizatörlerle bir etkileşimde bulunması bu bileşenler arasında sinerjik bir etki olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle stabilizatörlerin negatif yükü artırması bu moleküllerin ara yüzeyde adsorblanmış protein ve diğer emülgatörlerin etkisini de artırmaktadır. Damlacık çevresinde negatif yük artışı olursa damlacıklar arasında sterik ve elektrostatik çekim kuvveti artar. Bu durum ancak emülgatör ve stabilizatörler arasındaki bu etkileşimle açıklanabilir [9].

Yapılan bir başka çalışmada Chia tohumunun lipit ve protein fraksiyonlarının incelenmesi gerçekleştirilmiştir [51]. Doğal lipit miktarı yağ oranının % 97,1' ini geriye kalan kısmını ise glikolipid ve fosfolipid fraksiyonlarının oluşturduğunu belirtmişlerdir. Glikolipit ve fosfolipid fraksiyonlarının da daha çok palmitik ve linoleik asitten oluştuğunu belirtmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada da keklerde yağ oranını düşürmek için chia müsilaj jelinin kullanılması araştırılmıştır [52]. Chia müsilaj jeli ile yağ miktarı karşılaştırıldığında 25 g chia müsilaj jeli 100 gr yağ ile aynı benzer özelliklere ve kalite parametrelerine sahip ürün ortaya çıkarmıştır. Yani bu çalışma chia müsilaj jelinin yağa ikame olarak keklerde kullanılabileceğini göstermektedir.

Yapılan bir araştırmada stabilizatör, yulaf unu ve yağ miktarının probiyotik bakteri içeren yağı azaltılmış salata sosunun reolojik özellikleri, emülsiyon stabilitesi, partikül boyutu ve zeta potansiyeline etkisi incelenmiştir [6]. Farklı deneme dizaynlarında üretilen salata soslarının  $K$  değerleri 3,26 ve 121,68  $\text{Pas}^n$  arasında tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmaya benzer olarak yağ ve stabilizatör miktarı arttıkça ürünün  $K$  değerinde önemli bir artış gözlenmiştir. Yağ hacmi fraksiyonunun artması ile viskozitede artış, yağ damlacığı etkileşimlerinin artmasıyla birlikte, ksantan gum molekülleri için mevcut olan alanın azalmasına neden olur ki bu da sonuç olarak birbirine bağlı yağ-protein damlacıklarının kurulmasına yol açmaktadır [8]. Ek olarak, ksantan gum molekülleri, emülsiyon sürekli fazında zayıf bir jel ağ yapısını oluşturmaya eğilimlidirler ve bu, ksantan gum olarak  $K$  değerinin artmasının nedenidir. 0,3 g / 100 g veya daha düşük bir ksantan gum seviyesinde, emülsiyon reolojisi üzerinde belirgin bir etki oluşturacak kadar güçlü görünmemektedir.

Yapılan başka bir çalışmada prejelatinize patates nişastası kullanılarak yağı azaltılmış salata soslarının stabilitesi ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir [46]. Farklı oranlarda üretilen salata soslarının  $K$  değerleri 0,06 -17,3  $\text{Pas}^n$  aralığında bulunmuş ve bizim çalışmamıza benzer olarak prejelatinize patates nişastasının oranı arttıkça  $K$  değerinin arttığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda  $n$  akış davranış indeks değerleri ise 0,33 – 0,53 arasında bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada yeşil mercimek, nohut ve sarı bezelye protein izolatları kullanılarak hazırlanan salata soslarında yanıt yüzey yöntemine göre optimizasyon gerçekleştirilmiştir [53]. Formülasyon bileşenlerinin  $K$  değerine etkisi incelenmiş ve yeşil mercimek ile yumurta sarısı arasındaki sinerjistik etkileşim nedeniyle  $K$  değeri artmaktadır. Bunun nedeni salata sosu emülsiyonlarındaki katı parçacıkların, akışa direnci arttırması ve bu nedenle salata soslarının viskoz özelliklerinde bir artışa neden

olmuştur ve yumurta sarısı ve yeşil mercimek protein izolatı düzeylerinin arttıkça viskozitesinin artması beklenmektedir. Ek olarak, emülgatör (yumurta sarısı ve yeşil mercimek proteini) içeriği arttıkça,  $K$  değerlerinde gözlenen artış eğiliminin temel sebebi moleküller arasında kompakt bir ağ yapısının oluşumu ile açıklanabilir. Öte yandan, yağ içeriği azaldığında, damlacıklar arasındaki ortalama mesafenin artması ile daha az kompakt bir ağ yapısı oluşabilir ve bu da  $K$  değerini düşürür. Bu bulgu yağda su emülsiyonu ve mayonez örneklerinde yağ konsantrasyonu arttıkça viskoz özelliklerin arttığını gösteren önceki çalışmalarda [50], elde edilen sonuçlarla uyumludur.

Yapılan bir başka çalışmada mercimek unu ile hazırlanmış salata soslarına farklı oran ( % 0,2-1,5) ve çeşitlerdeki hidrokolloidlerin etkisi incelenmiştir [54]. Formülasyon bileşenlerinden yağ ve gam etkileşiminin( ksantan gam, guar gam, gam arabik, propilen glolikol aljinat) artmasıyla sürekli fazın hareket yeteneği azalmış, sinerjik etki nedeniyle  $K$  değerinin artmasıyla  $n$  değeri azalmış, artan kesme hızıyla viskozitenin azalması sonucu psödüplastik özellik ortaya çıkmıştır.

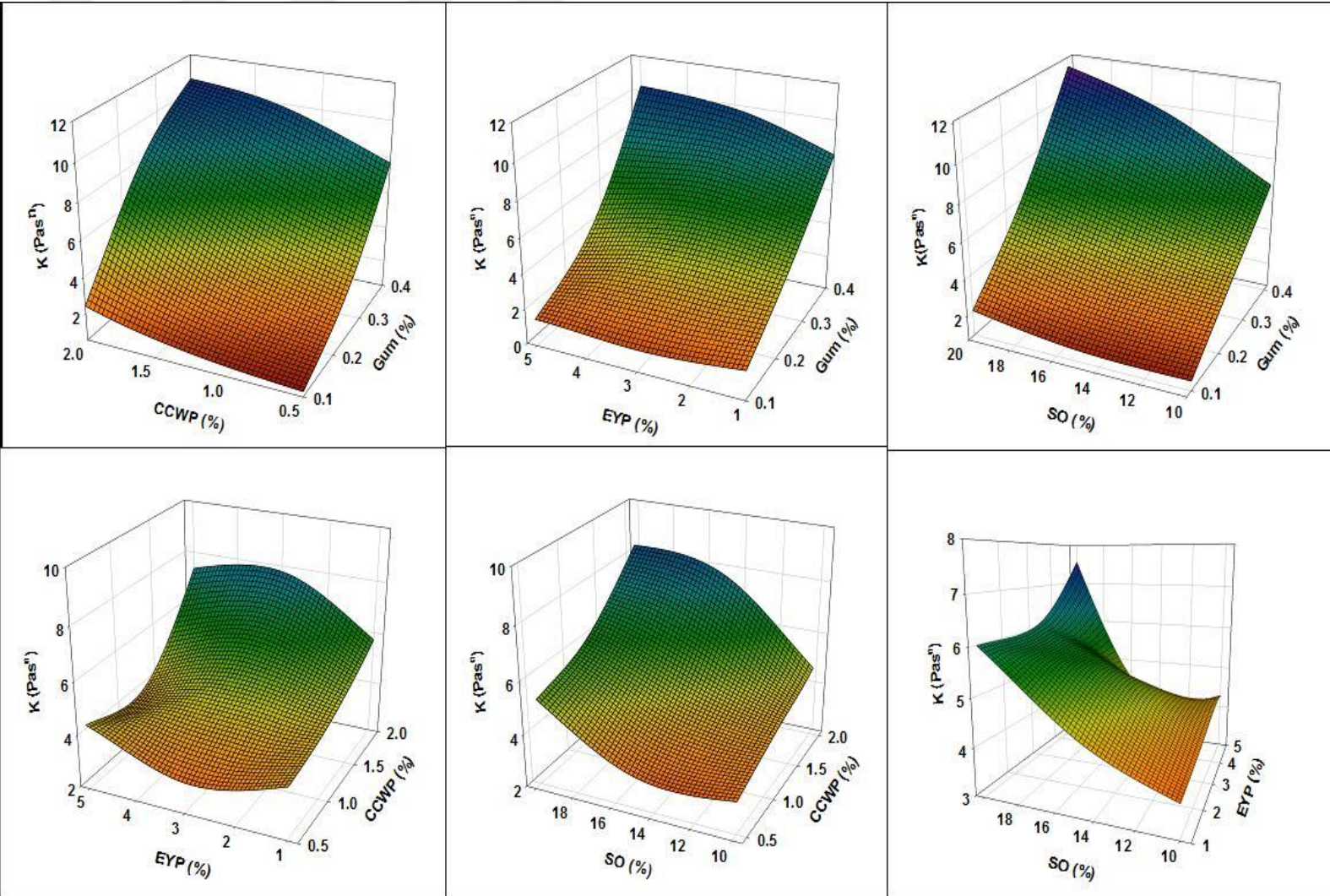
Yapılan bir başka çalışmada (kabuklu ve kabuksuz mercimek, nohut ve bezelye) bakliyat unu eklenerek salata soslarının tekno-fonksiyonel karakterizasyonu incelenmiştir [40]. Kabuksuz yeşil mercimek unu, yumurta sarısı tozu ve yağ oranının artmasıyla birlikte  $K$  değerinin arttığı gözlemlenmiş ve bununla birlikte kabuksuz yeşil mercimek ununun, yumurta sarısından daha etkili bir şekilde  $K$  değerini arttırdığı gözlemlenmiştir. Kabuklu yeşil mercimek unu ile ksantan gam, yağ ve yumurta sarısı bileşenlerinin artması sonucu  $K$  değerinde aynı şekilde artışa neden olmuştur ancak ikisi arasındaki temel fark 3 bağımsız değişkenin kabuklu yeşil mercimek için lineer, kabuksuz yeşil mercimek için lineer olmayan regresyon olmasıdır.

Yapılan bir başka çalışmada lupin tohumu proteini izolat çeşitlerinin salata sosu emülsiyon kararlılığı üzerine etkisinin araştırılmasıdır [55]. İki çeşit Lupin tohumunun % 1,5 – % 4 oranında kullanılarak salata sosunun akış davranış özellikleri incelenmiştir. Bizim çalışmamıza yakın olması anlamında % 1,5 değeri baz alınarak Lupin tohumunun E tipi örneğine ait  $K$  değeri 9,4  $Pas^n$   $n$  değeri 0,50 F tipi örneği ise  $K$  değeri 1,2  $Pas^n$   $n$  değeri 0,81 olarak bulunmuştur.

Yapılan alışmalar hem  $K$  değeri hem de  $n$  değeri açısından sonuçlarımızla uyumluluk göstermektedir. Soğuk pres chia tohumu yağ atığı araştırmalarda belirtilen özelliklere dayanarak, içerdiği polisakkaritler nedeniyle stabilizatör özellik göstermekte ve bununla beraber içeriğinde bulunan proteinlerin ara yüzey bölgesinde adsorblanarak yüzey aktif özellik göstermesi ile emülgatör nitelikte kullanımı olabileceği anlaşılmaktadır. Bu özelliklere dayanarak  $K$  kıvam katsayısı değerinde artışa neden olurlar ve yağı azaltılmış salata sosu üretiminde kullanılabilirler. Soğuk pres chia tohumu yağ atığının stabilizatör özelliği içeriğinde bulunan dallanmış polisakkaritlerden gelmektedir. Bu polisakkaritler su tutma özelliğine sahiptir ve  $K$  değerini arttırarak stabilizatör özellik göstermiştir. Ayrıca  $K$  değerinin artmasıyla beraber  $n$  değeri düşmekte ve salata soslarının tipik akış davranış özelliği olan psödoplastik akış özelliği göstermektedir. Bununla beraber içerdiği proteinler sebebiyle ara yüzeyde adsorblanarak yüzey aktif özellik gösterdikleri ara yüzey gerilimini düşürdükleri ve  $K$  değerinin artmasına sebep oldukları tahmin edilmektedir. Soğuk pres chia tohumu yağ atığı içerdiği katı parçacıklar nedeniyle de salata sosunda viskoziteyi etkileyerek  $K$  değerini önemli derecede arttıırırlar. Salata soslarında kullanılan yağ, emülgatör, stabilizatör ve soğuk pres chia tohumu yağ atığı  $K$  kıvam katsayısında önemli derecede artış meydana getirmektedir. Bunun temel sebebi bileşenler arasındaki sinerjik etkileşimdir. Elde edilen çalışmalarla karşılaştırıldığında sonuçlarımız literatürle paralellik ve uyum göstermektedir.

Çizelge 4.2 *K* değeri için ANOVA varyans analizi değerleri

| Source          | Sum of Squares | df | Mean Square    | F Value | p-value<br>Prob > F |
|-----------------|----------------|----|----------------|---------|---------------------|
| Model           | 355,59         | 14 | 25,40          | 22,39   | <<br>0.0001         |
| A-Gum           | 263,45         | 1  | 263,45         | 232,25  | <<br>0.0001         |
| B-Chia          | 29,35          | 1  | 29,35          | 25,87   | 0.0003              |
| C-<br>Emülgatör | 0,15           | 1  | 0,15           | 0,13    | 0.7260              |
| D-Yağ           | 34,00          | 1  | 34,00          | 29,98   | 0.0001              |
| AB              | 1,72           | 1  | 1,72           | 1,51    | 0.2420              |
| AC              | 1,34           | 1  | 1,34           | 1,18    | 0.2987              |
| AD              | 15,49          | 1  | 15,49          | 13,66   | 0.0031              |
| BC              | 0,21           | 1  | 0,21           | 0,18    | 0.6768              |
| BD              | 2,64           | 1  | 2,64           | 2,33    | 0.1532              |
| CD              | 4,43           | 1  | 4,43           | 3,91    | 0.0715              |
| A^2             | 0,74           | 1  | 0,74           | 0,65    | 0.4346              |
| B^2             | 0,65           | 1  | 0,65           | 0,57    | 0.4635              |
| C^2             | 1,12           | 1  | 1,12           | 0,99    | 0.3399              |
| D^2             | 0,02           | 1  | 0,02           | 0,02    | 0.9041              |
| Residual        | 13,61          | 12 | 1,13           |         |                     |
| Lack of Fit     | 13,03          | 10 | 1,30           | 4,46    | 0.1969              |
| Std. Dev.       | 1,07           |    | R-Squared      | 0,96    |                     |
| Mean            | 5,24           |    | Adj R-Squared  | 0,92    |                     |
| C.V. %          | 20,33          |    | Pred R-Squared | 0,73    |                     |
| PRESS           | 99,77          |    | Adeq Precision | 18,09   |                     |



Şekil 4.2  $K$  değerleri üzerine yağ, emülgatör, chia tohumu yağı atığı ve ksantan gam etkisinin kuadratik modelde gösterilmesi (EYP: Yumurta sarısı tozu, CCWP: Soğuk pres chia tohumu yağı atığı, SO: Ayçiçek yağı, Gum: Ksantan gam

## 4.2 Viskoelastik Özellikler

27 farklı deneme noktasından elde edilen salata soslarının dinamik reolojik özelliklerine ait grafikler Şekil 4.3'de verilmiştir. Grafiklere baktığımızda örneklerin tümünün  $G'$  değerinin  $G''$  değerinden yüksek olduğunu görmekteyiz. Bu da salata sosu örneklerimizin katı karakterinin sıvı karakterine göre daha baskın olduğu anlamına gelmektedir. Salata sosları viskoelastik katı özelliğe sahip olduğu için deneme dizaynında oluşturduğumuz örneklerin istenilen özelliklere sahip olduğu gözükmemektedir [56]. Açılal hızın artmasıyla beraber  $G'$  değerlerinde azalan bir artış meydana gelmektedir. Bu durumda salata soslarında viskoelastik katı karakter yapısı daha ağır basmaktadır. Böylece  $K'$  değerinde de bir artış meydana gelmektedir  $n'$  değeri ise akış davranış özelliklerinde olduğu gibi  $K'$  değerinin artmasıyla beraber azalmaktadır.

Elde edilen değerler, Power Law modeline uyarlanarak  $K'$ ,  $K''$  değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.  $R^2$  değerleri 0,90-0,99 aralığında bulunmuş ve bire yakın bu aralık modelin dinamik reolojik özellikleri tahmin etme açısından uygunluğunu ortaya koymuştur. Çizelge 4.2'de belirtildiği üzere  $K'$ ,  $K''$  ve  $n'$ ,  $n''$  değerleri sırasıyla 0,08-25,90, 0,26-8,26, 0,14-1,18, 0,17-0,54 arasında bulunmuştur. Örnekler incelendiğinde her bir  $K'$  değeri  $K''$  değerinden yüksek çıkmıştır. Yani salata sosu örneklerinin tümü viskoelastik katı bir karakter sergilemiştir. Salata sosu örneklerinin  $n'$  ve  $n''$  değerlerini incelediğimizde ise 0,14-1,18, 0,17-0,54 değerleri arasında yer aldığını görmekteyiz.  $K'$ ,  $K''$ ,  $n'$  ve  $n''$  değerleri salata sosu örneklerinin viskoelastik katı karakter yapısının önemli derecede göstergesi olmuştur.

Şekil 4.5'te farklı formülasyonlarda kullanılan yağ, stabilizatör, chia tohumu yağ atığı ve emülgatörün  $K'$  değerleri üzerine etkisi gösterilmektedir. Kullanılan tüm bileşenler  $K'$  değerlerinde artışa neden olmuştur. Özellikle stabilizatör kullanımı diğer bileşenler ile sinerjistik etki yapmış ve belirli bir düzeyden sonra  $K'$  ve  $K''$  değerlerinde artışa neden olmuştur.

$K'$  değeri üzerine formülasyon bileşenlerinin etkisi kuadratik model kullanılarak belirtilmiştir Anova varyans analizi değerlerine göre emülgatör önemsiz, yağ, soğuk pres chia tohumu yağ atığı ve stabilizatör (ksantan gam) yanıt yüzey yönteminde önemli çıkmıştır. Varyans analizi

bağımsız değişkenlerin stabilizatör emülgatör yağ ve soğuk pres chia tohumu yağ atığı bağımlı değişkenlere yani  $K'$  değeri üzerinde ne kadar düzey ve oranda etkili olduğunu belirtmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Model ve lack of fit değerleri önemli çıkmıştır.  $K'$  değeri üzerinde bağımsız değişkenlerin ikili kullanımında en önemli etkiyi istatistiksel açıdan yağ ve ksantan gam daha sonra ise soğuk pres chia tohumu yağ atığı göstermiştir. Anova varyans analizi değerleri Çizelge 4.2' de gösterilmektedir.

Soğuk pres chia tohumu miktarının artmasıyla  $K'$  değerinin artmasının temel nedeni chia tohumu yağ atığının yüksek miktarda dallanmış halde bulunan suda çözünebilen suda şişebilen ve su tutma özelliğine sahip polisakkarit yapısından kaynaklanmaktadır. Polisakkaritler kolloidal, viskoz ve jelleştirici özelliklere sahip olmalarından dolayı önemlidirler. Yüksek viskoz özelliğe sahip disperse yapıların oluşumunda görev almalarından ve soğuk pres chia tohumu yağ atığı içerisinde yüksek miktarda bulunmalarından dolayı viskoelastik katı karakter yapısının artmasını sağlarlar ve bu durum daha düşük emülgatör ve yağ düzeylerinde de gerçekleşir. Moleküller arasındaki bağ oluşumu özellikle protein-polisakkarit yapıları arasında oluşan bağlar nedeniyle  $G'$  yani depolama modülünde bir artış meydana gelmektedir. Bununla beraber kullanılan emülgatör miktarı ve çeşidi de protein-polisakkarit yapısı arasındaki bağ oluşumu nedeniyle önemlidir. Ayrıca hem yumurta sarısı tozu hem de soğuk pres chia tohumu yağ atığında bulunan proteinlerin emülgatör özelliğinin olma ihtimali düşünüldüğünde, yağ ve su ara yüzünde fiziksel ve kimyasal reaksiyonlarda görev almakta ve emülsiyon kararlılığında önemli bir rol oynamaktadırlar. Ayrıca yağ miktarının artmasıyla sürekli fazın hareket yeteneği azalır ve daha kıvamlı kararlı bir yapı oluşur. Salata soslarındaki bileşenler arasındaki temel sinerjistik etki bu şekilde gerçekleşmektedir. Hem akış davranış, hem de dinamik reolojik özelliklerde, bileşenler arasından stabilizatör maddelerin diğerlerine kıyasla önemli derecede etkili olmasının sebebi hem sürekli fazın hareket yeteneğini azaltması, hemde zayıf bir jel yapı oluşturarak stabil kararlı bir emülsiyon yapısının oluşmasına neden olması söylenebilir. Formülasyon bileşenlerinden yağların kullanım miktarının artmasıyla  $K'$  değerlerinde bir artış gözükmemektedir. Bunun nedeni yağların kullanım miktarının artmasıyla sulu fazın yani sürekli fazın miktarı azalmakta ve hareketliliği kontrol altına alınmaktadır. Bununla beraber soğuk pres chia tohumu yağı atığının kullanımıyla birlikte  $K'$  değeri artmakta, yani yağ miktarının

azaltılıp chia tohumu yağı atığının kullanımının artmasıyla aynı kıvam değerine sahip düşük yağ içeriğine sahip salata sosu üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Deneme dizaynıyla oluşturulan salata sosu örneklerine bakıldığında 4 ve 10 numaralı örneklerde stabilizatör ve emülgatör miktarları sabit, soğuk pres chia tohumu yağ atığının % 0,5 ten % 2 ye çıktığında, yağ oranının % 20 den % 10 a düştüğünü ve  $K'$  değerinin yaklaşık olarak % 9,74 arttığı görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada, işlenmemiş ve ısıtılmış işlem görmüş mercimek unu ilave edilerek hazırlanmış salata soslarının reolojik, mikroyapısal, duyu ve stabilite özellikleri incelenmiştir [57] . Hazırlanan tüm salata soslarının  $G'$  değerlerinin  $G''$  değerlerinden daha yüksek olduğu belirtilmiş ve bununla beraber ısıtılmış işlem gören mercimek unlarının kontrol ve işlenmemiş mercimek unlarına kıyasla daha yüksek  $G'$  değerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, salata sosu ve mayonez tipi emülsiyonların viskoelastik özelliklerinin yağ içeriğindeki değişikliklerden büyük ölçüde etkilendiğini ve yağ konsantrasyonunda bir artış (ağırlıkça% 20-70), daha elastik emülsiyonlara yol açtığı belirtilmiştir [58]. Ek olarak, [59],  $G'$  yağ muhtevasında bir artış ile birlikte, mayonez türevini karakterize eden lipoproteik alandaki yağ damlacıklarının kompakt olarak birleşmesinden dolayı arttığını bulmuştur. [8], [50] yağ içeriği daha yüksek olan mayonez örneklerinin, salınım testleri sırasında  $G'$  değerlerinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Yapılan bir başka çalışmada, kuru ısıtılmış soya fasulyesi proteini izolatu ve dekstran karışımı kullanılarak hazırlanmış salata soslarının reolojik ve emülsiyon stabilitesi özellikleri incelenmiştir [56]. Kuru ısıtılmış soya fasulyesi ile dekstran karışımının ilk haftasında yani taze olduğunda  $G'$  değeri  $G''$  değerinden yüksek çıkmış viskoelastik katı karakter göstermiştir. İkinci haftasında ise uygulanan kuru ısı sonucu  $G''$  değeri  $G'$  değerinden daha yüksek çıkmıştır ve viskoz özelliği daha yüksek bulunmuştur. Bununla beraber 3 üçüncü haftada protein-polisakkarit karışımının 3 hafta boyunca uygulanan kuru ısı sebebiyle katı karakter sergileyerek  $G'$  ,  $G''$  değerlerinden daha yüksek çıkmıştır, çünkü damlacıklar arasında protein agregalarının varlığı damlacıklar arasındaki etkileşimi arttırmış ve psödoplastik jel yapısını oluşturmuştur.

Yapılan bir başka çalışmada, yağı azaltılmış salata sosu ana bileşenlerinin stabilitesine olan etkisini araştırmak için yanıt yüzey yöntemi uygulanmıştır [60]. Bağımsız değişken olarak pH değeri (3-7) ile birlikte salep (% 0,5-3,5), tuz (% 0,3-1,5), yağ (% 7,5-25) ve yumurta sarısı konsantrasyonları (% 2-6) seçildi. Stabilizatör olarak herhangi bir maddenin kullanılmamasından dolayı örneklerin  $G''$  değerleri  $G'$  değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Yalnızca yağ oranının en yüksek olduğu seviyelerde  $G'$  değeri  $G''$  değerinden daha yüksek bulundu.

Yapılan bir başka çalışmada, prejelatinize patates nişastası kullanılarak yağı azaltılmış salata soslarının stabilitesi ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir [46]. Salata sosu örneklerinin  $K'$  değerleri 0,02 – 177,  $K''$  değeri ise 0,08 – 22,4 arasında bulunmuştur.  $K''$  ve  $K'$  değerlerini burada etkileyen temel nokta prejelatinize patates nişastasının kullanım yüzdeleridir (% 1-5). % 3'e eşit veya geçtiği zaman  $K'$  değerleri  $K''$  değerlerinin üzerindedir ve viskoelastik katı bir karaktere sahip salata sosu örneği ortaya çıkmaktadır.

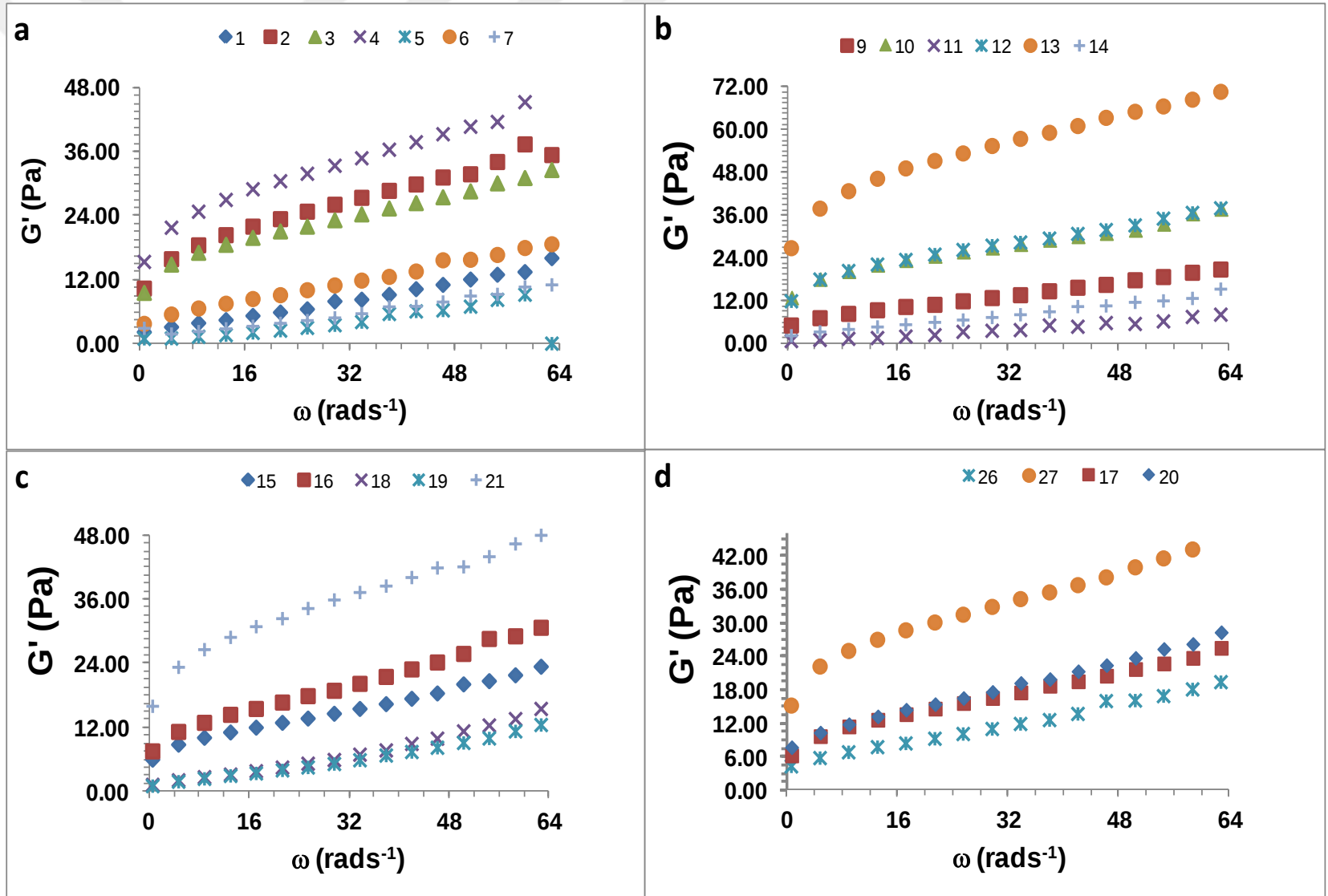
Viskoelastik özelliklerle ilgili yapılan çalışmalar sonuçlarımızla  $K'$ ,  $K''$  ve  $n'$ ,  $n''$  değerleri açısından uygunluk göstermektedir. Viskoelastik özellikler yatışkan faz özellikleriyle korelasyon göstermektedir. Formülasyon bileşenlerinin birbiri içerisindeki sinerjistik etkileşimi ve soğuk pres chia tohumu yağ atığının sahip olduğu besleyici ve teknolojik açıdan önemli polisakkaritler ve proteinlerin, salata soslarının reolojik özelliklerini etkilemekte kıvamını arttırarak viskoelastik yapının oluşmasında önem kazanmaktadır. Stabilizatör kullanımı yatışkan faz özelliklerinde olduğu gibi belirli bir kullanım miktarını aştıktan sonra (0,3 ve yukarısında)  $K'$  ve  $K''$  değerlerinde, diğer bileşenlerle birlikte önemli bir artışa neden olurlar. Ayrıca yağ miktarının artmasıyla  $K'$  değerinde önemli derecede artış gözlemlendi ve aynı kıvam katsayısına sahip salata sosu üretimi soğuk pres chia tohumunun kullanımının arttırılıp yağ miktarının azaltılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Soğuk pres chia tohumu yağ atığı yüksek su tutma kapasitesi, viskozite ve jelleştirici özelliklere sahip olmasından dolayı salata soslarında kullanımı viskoelastik özelliklerinde  $K'$ ,  $G'$  ve değerlerinde belirgin bir artışa neden oldu. Elde edilen sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında, sonuçlarımız literatürle paralellik ve uyum içerisindedir.

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde, salata soslarının kullanım koşulları ve gıdalara besin ögesi amacıyla ilave edilen maddeler ve bunların etiketleme kuralları yer

almaktadır. Salata sosları, yönetmelikte tuzlar, çorbalar, baharatlar, soslar, salata ve protein ürünleriyle aynı kategoride yer almaktadır. Salata soslarında aynı zamanda mikrobiyolojik bozulma gerçekleşebildiği için ayrıca Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde’de yer almaktadır. Kodeks Alimentarius Gıda Katkı Maddeleri Standartlarına baktığımız zaman tuzlar, baharatlar, çorbalar, soslar, salata ve protein ürünlerini aynı kategoride görmekteyiz [61]. Salata sosları kodekste su içinde yağ emülsiyonu şeklinde tanımlanmıştır. Kodeks Alimentarius ve Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği salata soslarını aynı kategori, özellik ve kullanımına izin verilen gıda katkı maddeleri açısından birbirlerine uygunluk ve paralellik göstermektedirler.

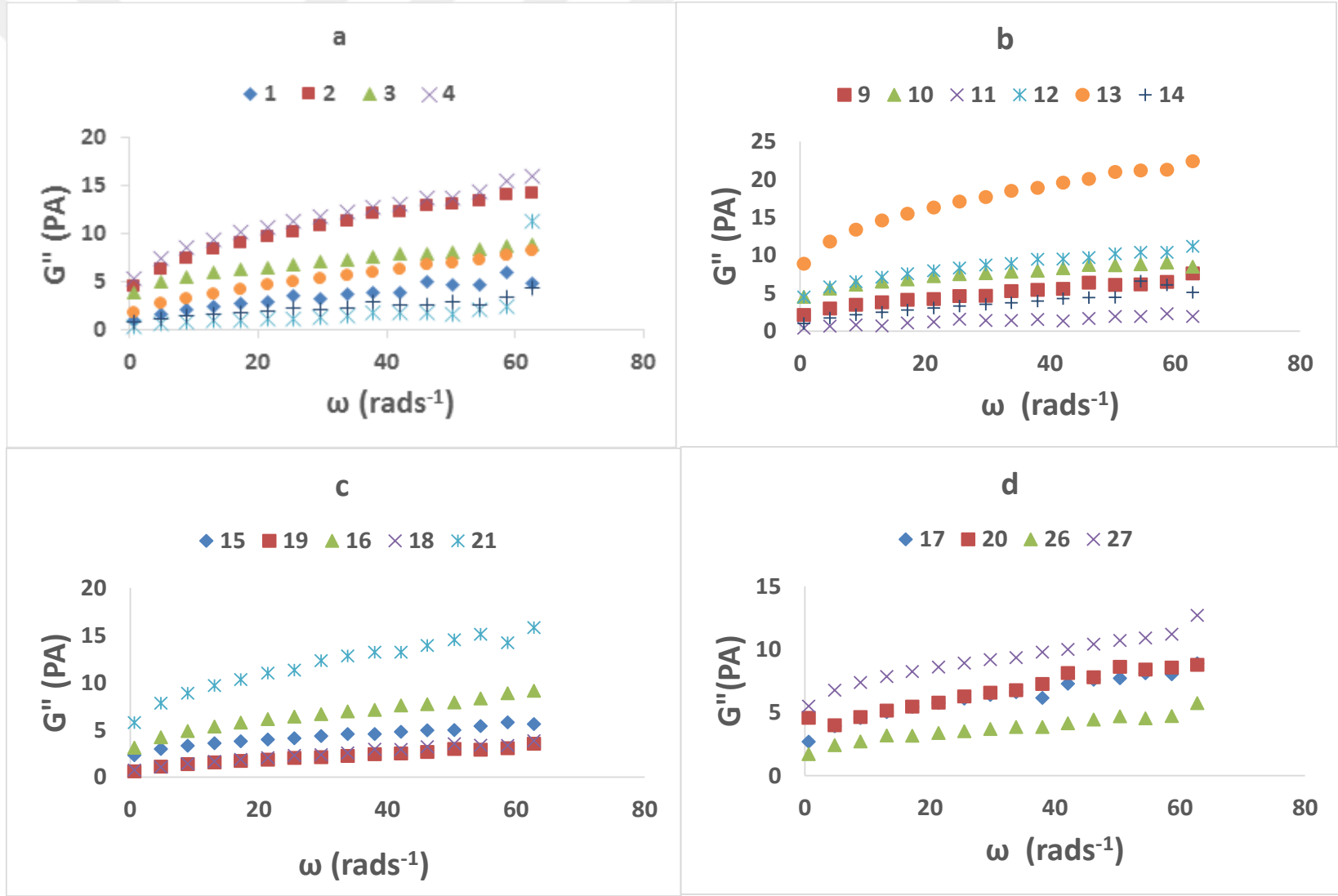
Çizelge 4.3  $K'$  değeri için ANOVA varyans analizi değerleri

| Source         | Sum of Squares | df | Mean Square    | F Value | p-value Prob > F |             |
|----------------|----------------|----|----------------|---------|------------------|-------------|
| Model          | 848,35         | 14 | 60,60          | 7,70    | 0.0005           | significant |
| A-Gum          | 542,45         | 1  | 542,45         | 68,94   | 0.0001           | <           |
| B-Cia          | 59,13          | 1  | 59,13          | 7,52    | 0.0179           |             |
| C-Emülgatör    | 4,19           | 1  | 4,19           | 0,53    | 0.4796           |             |
| D-Yağ          | 87,40          | 1  | 87,40          | 11,11   | 0.0060           |             |
| AB             | 20,24          | 1  | 20,24          | 2,57    | 0.1348           |             |
| AC             | 6,17           | 1  | 6,17           | 0,78    | 0.3933           |             |
| AD             | 61,88          | 1  | 61,88          | 7,86    | 0.0159           |             |
| BC             | 0,36           | 1  | 0,36           | 0,05    | 0.8340           |             |
| BD             | 13,37          | 1  | 13,37          | 1,70    | 0.2168           |             |
| CD             | 15,26          | 1  | 15,26          | 1,94    | 0.1891           |             |
| A <sup>2</sup> | 9,44           | 1  | 9,44           | 1,20    | 0.2949           |             |
| B <sup>2</sup> | 6,60           | 1  | 6,60           | 0,84    | 0.3777           |             |
| C <sup>2</sup> | 1,83           | 1  | 1,83           | 0,23    | 0.6379           |             |
| D <sup>2</sup> | 0,14           | 1  | 0,14           | 0,02    | 0.8976           |             |
| Residual       | 94,42          | 12 | 7,87           |         |                  |             |
| Lack of Fit    | 93,05          | 10 | 9,30           | 13,54   | 0.0707           | significant |
| Std. Dev.      | 2,81           |    | R-Squared      | 0,90    |                  |             |
| Mean           | 5,35           |    | Adj R-Squared  | 0,78    |                  |             |
| C.V. %         | 52,43          |    | Pred R-Squared | 0,19    |                  |             |
| PRESS          | 762,07         |    | Adeq Precision | 11,14   |                  |             |



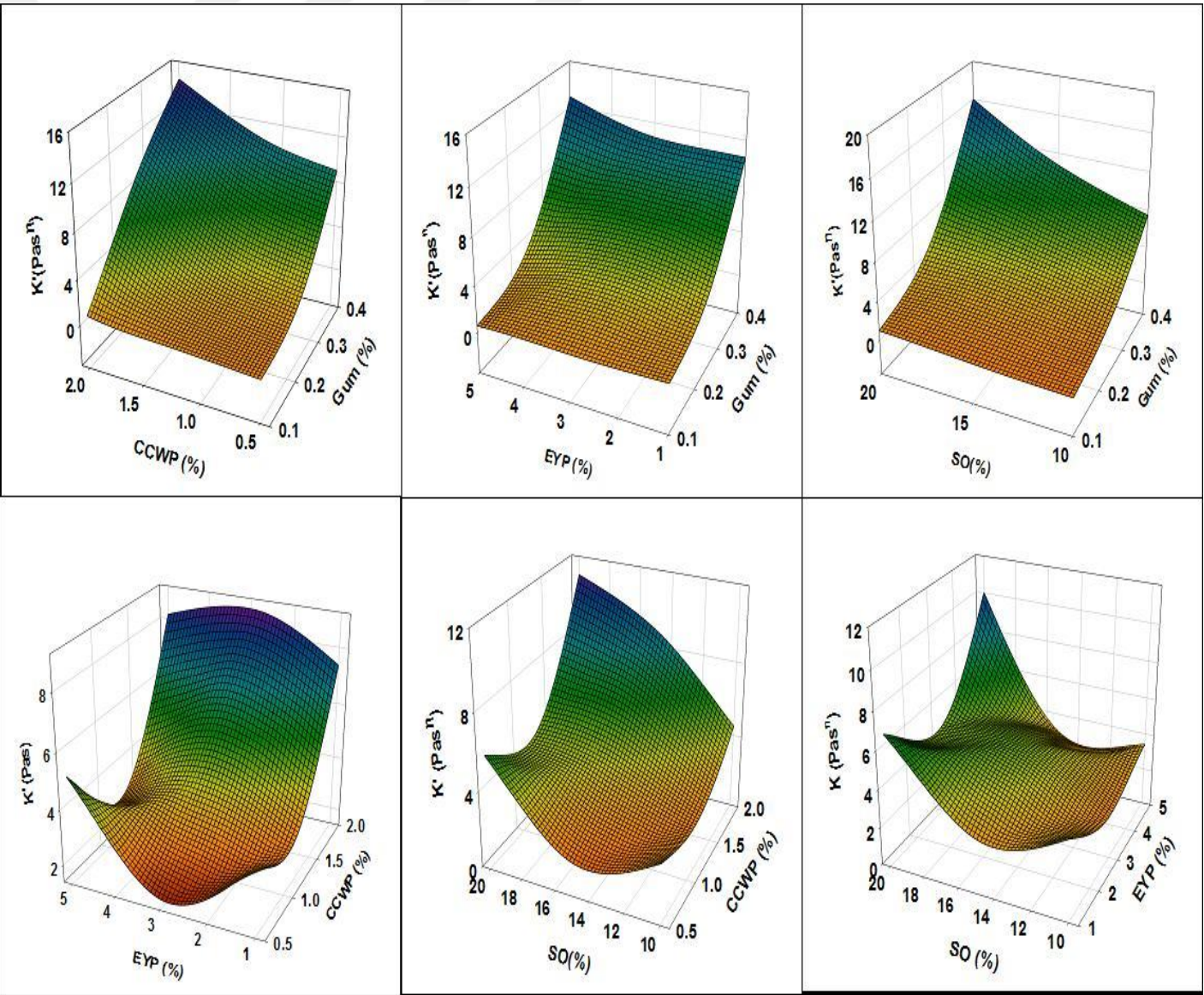
Şekil 4.3 Salata sosu örneklerine ait  $G'$  değerleri

Şekil 4.4 Salata sosu örneklerine ait  $G''$  değerleri



Çizelge 4.4 Salata sosu formülasyon optimizasyonu deneme dizaynından elde edilen örneklerin  $K'$  ve  $n$  değerleri

| Deneme | Stabilizatör(%) | Chia(%) | Emülgatör(%) | Yağ (%) | $K'$       | $n'$      | R    | $K''$     | $n''$     | R    |
|--------|-----------------|---------|--------------|---------|------------|-----------|------|-----------|-----------|------|
| 1      | 0,10            | 1,25    | 3            | 15      | 0,54±0.05  | 0,79±0,56 | 0,97 | 0,70±0.33 | 0,48±0,09 | 0,93 |
| 2      | 0,25            | 2,00    | 3            | 15      | 8,84±0.48  | 0,33±0,23 | 0,97 | 3,91±0.26 | 0,31±0,00 | 0,99 |
| 3      | 0,40            | 0,50    | 5            | 10      | 8,52±0.60  | 0,31±0,00 | 0,98 | 3,59±0.13 | 0,21±0,00 | 0,96 |
| 4      | 0,40            | 2,00    | 1            | 10      | 12,39±0.53 | 0,31±0,01 | 0,94 | 4,71±0.07 | 0,28±0,00 | 0,97 |
| 5      | 0,10            | 0,50    | 1            | 10      | 0,08±0.01  | 1,18±0,00 | 0,99 | 0,31±0.01 | 0,47±0,00 | 0,99 |
| 6      | 0,10            | 2,00    | 1            | 20      | 1,78±0.18  | 0,55±0,02 | 0,98 | 1,26±0.07 | 0,44±0,01 | 0,99 |
| 7      | 0,10            | 0,50    | 1            | 20      | 0,23±0.05  | 0,92±0,07 | 0,98 | 0,45±0.07 | 0,49±0,33 | 0,96 |
| 8      | 0,25            | 1,25    | 5            | 15      | 2,83±0.29  | 0,44±0,03 | 0,96 | 1,60±0.01 | 0,32±0,00 | 0,98 |
| 9      | 0,25            | 1,25    | 1            | 15      | 2,91±0.16  | 0,46±0,01 | 0,97 | 1,59±0.44 | 0,35±0,08 | 0,89 |
| 10     | 0,40            | 0,50    | 1            | 20      | 11,29±0.58 | 0,27±0,02 | 0,98 | 4,35±0.20 | 0,17±0,02 | 0,75 |
| 11     | 0,10            | 0,50    | 5            | 10      | 0,12±0.03  | 1,00±0,10 | 0,99 | 0,26±0.01 | 0,50±0,00 | 0,98 |
| 12     | 0,40            | 1,25    | 3            | 15      | 10,72±0.58 | 0,29±0,49 | 0,98 | 4,07±0.01 | 0,23±0,01 | 0,98 |
| 13     | 0,40            | 2,00    | 5            | 20      | 25,90±0.47 | 0,23±0,54 | 0,99 | 8,26±0.57 | 0,23±0,00 | 0,99 |
| 14     | 0,10            | 2,00    | 1            | 10      | 0,70±0.01  | 0,72±0,01 | 0,97 | 0,61±0.15 | 0,54±0,08 | 0,99 |
| 15     | 0,40            | 0,50    | 1            | 10      | 3,88±0.10  | 0,41±0,00 | 0,97 | 2,01±0.11 | 0,24±0,02 | 0,98 |
| 16     | 0,25            | 1,25    | 3            | 20      | 4,66±0.37  | 0,44±0,03 | 0,97 | 2,66±0.03 | 0,28±0,01 | 0,97 |
| 17     | 0,25            | 1,25    | 3            | 15      | 4,67±0.08  | 0,39±0,01 | 0,98 | 2,37±0.11 | 0,30±0,06 | 0,98 |
| 18     | 0,10            | 2,00    | 5            | 10      | 0,14±0.03  | 1,11±0,07 | 0,99 | 0,48±0.01 | 0,49±0,01 | 0,95 |
| 19     | 0,10            | 0,50    | 5            | 20      | 0,18±0.02  | 1,01±0,05 | 0,99 | 0,47±0.03 | 0,46±0,02 | 0,99 |
| 20     | 0,40            | 2,00    | 5            | 10      | 4,83±0.12  | 0,40±0,01 | 0,97 | 2,88±0.43 | 0,26±0,05 | 0,98 |
| 21     | 0,40            | 2,00    | 1            | 20      | 14,59±0.02 | 0,27±0,01 | 0,98 | 5,18±0.06 | 0,26±0,01 | 0,99 |
| 22     | 0,10            | 2,00    | 5            | 20      | 1,77±0.07  | 0,14±0,01 | 0,98 | 3,61±1.36 | 0,35±0,01 | 0,94 |
| 23     | 0,25            | 1,25    | 3            | 15      | 3,41±0.06  | 0,44±0,02 | 0,98 | 1,89±0.14 | 0,32±0,02 | 0,98 |
| 24     | 0,25            | 1,25    | 3            | 10      | 2,31±0.11  | 0,50±0,00 | 0,97 | 1,75±0.17 | 0,27±0,00 | 0,99 |
| 25     | 0,25            | 1,25    | 3            | 15      | 3,11±0.05  | 0,48±0,00 | 0,97 | 2,03±0.02 | 0,29±0,00 | 0,98 |
| 26     | 0,25            | 0,50    | 3            | 15      | 1,79±0.32  | 0,56±0,07 | 0,98 | 1,43±0.08 | 0,30±0,03 | 0,95 |
| 27     | 0,40            | 0,50    | 5            | 20      | 12,24±0.11 | 0,31±0,00 | 0,93 | 4,85±0.10 | 0,20±0,01 | 0,97 |



Şekil 4.5  $K'$  değerleri üzerine yağ, emülgatör, chia tohumu yağı atığı ve ksantan gam etkisinin kuadratik modelle gösterilmesi (EYP: Yumurta sarısı tozu, CCWP: Soğuk pres chia tohumu yağı, SO: Ayçiçek yağı, Gum: Ksantan gam)

### **4.3 Salata Soslarının Stabilitesi Ve Mikroyapısal Özellikleri**

#### **4.3.1 Emülsiyon Stabilitesi**

Formülasyona göre üretilen salata sosları ticari salata sosu örnekleriyle karşılaştırılmış ve hem ticari örnekte hem de salata sosunda herhangi bir faz ayrılması gözlenmemiştir. Bu durum formülasyonda kullanılan bileşenlerin emülsiyon stabilitesinde herhangi bir değişikliğe yol açmadığının göstergesidir. Salata sosu örneklerinin emülsiyon stabilitesini belirlemek amacıyla ürünler 28 gün boyunca depolanmış ve bu süreçte faz ayrımı gözlemlenmemiştir. Bu amaçla en zayıf özelliğe sahip örnek 15 ml'lik ölçülü tüplere ilave edilerek depolanmıştır. Salata sosu gibi ürünlerde sürekli faz disperse faz ve ara yüzey bölgesini etkileyen formülasyon bileşenleri emülsiyon stabilitesi üzerinde doğrudan etki gösterirler. Zeta potansiyeli, partikül boyutu ve kıvam katsayısı değerleri fazların özellikleri hakkında önemli bilgiler verir ve bu değerler optimum noktada üretilen salata sosunun değerlerine yakındır. Bu durumda 27 farklı ürünün benzer ve kararlı bir emülsiyon yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Asitlik verici ajan ve yağ'ın, ortamın net yüküne ve pH değerine etkisi bilinmekle beraber emülsiyon stabilitesinin hem ticari hem de optimum örnekte yüksek çıkması pH değerlerindeki bu farklılığın emülsiyon stabilitesini değiştirecek boyutlarda olmadığı açığa çıkmıştır.

#### **4.4 Partikül Boyutu ve zeta ( $\zeta$ ) potansiyeli**

Zeta potansiyeli moleküller arasındaki itme çekme kuvvetine bağlı olarak oluşan disperse yük yoğunluğudur. Salata soslarının stabiliteleri hakkında bilgi verir ve daha çok formülasyon bileşenlerinden etkilenmektedir. Partikül boyutu ise salata soslarında homojenizasyon işlem etkinliği ve stabilitesi hakkında bilgi verir ve daha çok uygulanan prosesten etkilenmektedir. 27 farklı örneğin zeta potansiyeli ve partikül boyutu özellikleri test edilmiştir. Örneklerin zeta potansiyeli değerleri -25,5 ile -38,5 mV arasında değişim göstermiştir. Örneklerin kıvam katsayısı arttıkça zeta potansiyelinin mutlak değerinde bir artma gözlenmiştir. Bu durum stabilizatör oranı arttıkça partikül çevresindeki negatif yüklü interaksiyonların artması ve zeta potansiyelinin artmasıyla açıklanabilmektedir [62].

Yapılan bir çalışmada [63], gam oranı arttıkça zeta potansiyelinin arttığını ve bu sonuca da yağ damlacıklarının çevresinde tutunmuş şekilde bulunan negatif yüklü proteinler ve polisakkaritlerden kaynaklandığına ulaşmışlardır. Bu sonuçlar stabilizatörlerin kullanımıyla *K* değerinin artmasının sonucuyla benzerlik göstermekte ve çalışma sonuçlarımıza uyumluluk göstermiştir.

Çizelge 4.5 Deneme dizaynıyla oluşturulan salata sosu örneklerinin zeta potansiyeli ve partikül boyutu değerleri

| Deneme | Zeta Potansiyeli (mV) | Partikül Boyutu (nm) |
|--------|-----------------------|----------------------|
| 1      | -26,3                 | 140                  |
| 2      | -27,8                 | 88                   |
| 3      | -32,6                 | 220                  |
| 4      | -35,4                 | 316                  |
| 5      | -28,1                 | 222                  |
| 6      | -29,2                 | 296                  |
| 7      | -31,7                 | 143                  |
| 8      | -36,5                 | 182                  |
| 9      | -34,6                 | 147                  |
| 10     | -37,2                 | 114                  |
| 11     | -33,7                 | 100                  |
| 12     | -26,4                 | 142                  |
| 13     | -27,2                 | 218                  |
| 14     | -25,9                 | 80                   |
| 15     | -27,6                 | 81                   |
| 16     | -28,3                 | 217                  |
| 17     | -30,4                 | 246                  |
| 18     | -37,8                 | 127                  |
| 19     | -25,5                 | 277                  |
| 20     | -29,6                 | 160                  |
| 21     | -34,2                 | 365                  |
| 22     | -35,7                 | 176                  |
| 23     | -36,2                 | 146                  |
| 24     | -33,1                 | 90                   |
| 25     | -38,5                 | 187                  |
| 26     | -34,9                 | 258                  |
| 27     | -37,4                 | 317                  |

Örneklerin ortalama partikül boyutu değerleri ise 80 nm ile 365 nm arasında değişim göstermektedir. Örneklerin partikül boyutu değerlerine baktığımızda 1000nm'den düşük olması homojenizasyon işleminin etkin bir şekilde yapıldığını göstermektedir. Ayrıca bileşenlerin farklılığına göre örneklerin partikül boyutu değerleri arasında net bir ilişki ise gözlenmemiştir. Ancak soğuk pres chia tohumu yağ atığını daha yüksek miktarda içeren örneklerin partikül dağılımları diğer örneklere göre daha heterojen bir durum sergilemiştir.

#### 4.5 Optimum Konsantrasyonların Tespit Edilmesi

Optimum formülasyonun belirlenmesi amacıyla deneme dizaynıyla oluşturulmuş örneklerin  $K$  değerleri baz alınarak, 4 farklı ticari örnekten elde edilen değerlerin ortalamasıyla birlikte formülasyon optimizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4. 6 Ticari örnekler için akış davranış reolojik özellikler

| Deneme    | $K (Pas^n)$ | $n$       | $R^2$ |
|-----------|-------------|-----------|-------|
| Kontrol 1 | 11,13±0,25  | 0,16±,00  | 0,99  |
| Kontrol 2 | 8,60±0,06   | 0,15±0,00 | 0,95  |
| Kontrol 3 | 1,04±0,12   | 0,83±0,28 | 0,96  |
| Kontrol 4 | 7,41±0,18   | 0,14±0,10 | 0,92  |

Ticari salata sosu örneklerinin  $K$  değerleri 1,04588 - 11,13574  $Pas^n$  olarak hesaplanmıştır.  $K$  değerlerinin ortalaması ise 9  $Pas^n$  bulunmuştur.

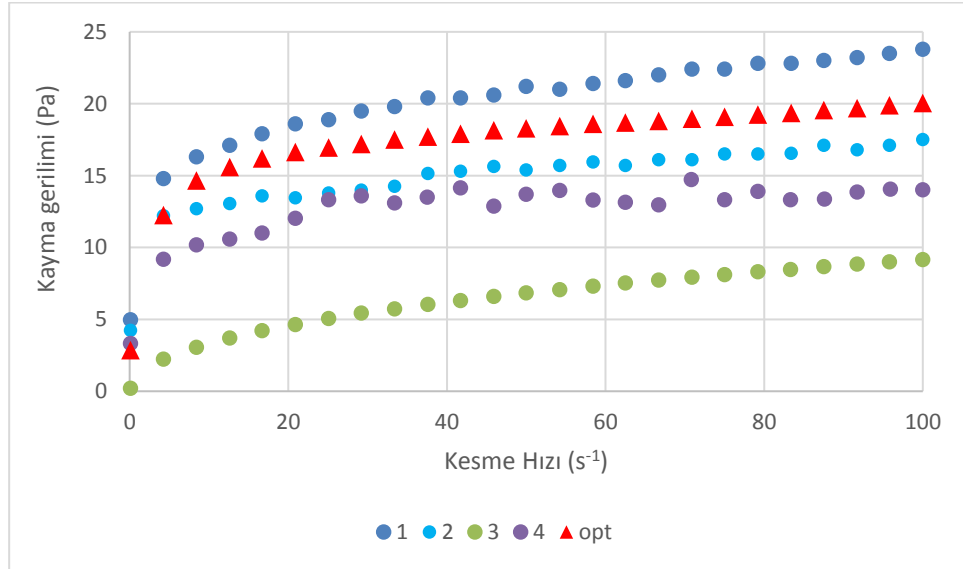
Optimum formülasyonun belirlenmesi amacıyla design expert programı aracılığıyla  $K=9 Pas^n$  ve desirability = 1 olduğu formülasyon bileşenlerinin değerleri tabloda gösterilmiştir. Literatür çalışmaları baz alınarak, deneme dizaynıyla oluşturduğumuz örneklerin  $K$  değerlerinin kullanılmasıyla oluşturulan tablodaki 4. numaralı formülasyon ticari örneklerle kıyaslandığında optimizasyon sonucu elde edilmiş örneği oluşturmuştur.

Çizelge 4.7 Optimum formülasyonun oluşturulması

| Deneme | Gum  | Chia | Yağ   | Emülgatör |
|--------|------|------|-------|-----------|
| 1      | 0,39 | 1,33 | 14,72 | 4,41      |
| 2      | 0,33 | 1,27 | 18,99 | 3,26      |
| 3      | 0,4  | 0,73 | 19,89 | 1,13      |
| 4*     | 0,4  | 1,99 | 11,99 | 1,12      |
| 5      | 0,38 | 0,95 | 16,26 | 4,71      |

Bu değere göre seçilen optimum stabilizatör, yağ, emülgatör, chia tohumu yağ atığı değerleri sırasıyla % 0,4 % 11,99 % 1,12 % 1,99'dur. Bu formülasyonda üretilen salata sosunun  $K$  değeri ise  $9,47 \text{ Pas}^n$ ,  $n$  değeri 0,16 olarak bulunmuştur.  $K$  değerine yakın bir değer tespit edilmiş ve bu da modellemenin başarılı uygulandığının göstergesi olmuştur.

Şekil 4.6'da optimum değerlerde elde edilen salata sosu ve ticari örneklerin akış davranış reolojik özellikleri gösterilmiştir.



Şekil 4.6 Optimizasyon sonucu elde edilen salata sosu örneğiyle ticari salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri

Optimum konsantrasyon belirlendikten sonra ticari örneklerinde akış davranış reolojik özellikleri belirtilmiş ve bu da grafikte kayma hızının artmasıyla kayma geriliminin azalan bir artış ortaya koyması, yani azalan viskozite olarak açıklanabilir. Artan kesme hızıyla viskozitenin azalması, salata soslarının psöudoplastik akış davranış özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Buradaki temel nokta, farklı ticari salata sosu örnekleriyle karşılaştırarak optimum konsantrasyonda elde edilen formülasyonun ürün niteliği açısından uygunluğunu saptamaktır. Optimizasyon işleminde formülasyon değerlerinin belirlenmesiyle beraber kullanılan bileşenlerin minimum alınmasıyla elde edilen değerler şu şekildedir:

Çizelge 4.8 Formülasyon bileşenlerinin optimizasyon aralıklarının belirlenmesi

| Deneme               | Yağ Minimum | Emülgatör Minimum | Stabilizatör Minimum | Emülgatör ve Stabilizatör Minimum |
|----------------------|-------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Gum                  | 0,4         | 0,38              | 0,22                 | 0,22                              |
| Chia                 | 2           | 1,71              | 2                    | 2                                 |
| Emülgatör            | 1           | 1                 | 5                    | 1                                 |
| Yağ                  | 10          | 14,08             | 20                   | 20                                |
| Desirability         | 0,95        | 1                 | 0,71                 | 0,76                              |
| K(Pas <sup>n</sup> ) | 8,16        | 9                 | 7,62                 | 6,78                              |

Tablodan görüldüğü üzere stabilizatör değerinin minimum değerine düştüğü zaman desirability ve K değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Yani stabilizatör değeri belli bir miktarın altına düştüğü zaman iyi bir optimizasyon işlemi gerçekleştirilememektedir. Ayrıca yağ değerinin minimum alındığı zaman desirability ve K değerinde bir miktar azalma meydana gelmesine rağmen 0,95 gibi yüksek bir desirability değeriyle iyi bir optimizasyon işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Optimizasyon işleminin gerçekleştirilmesi için bu değerlerin aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi olması gerekmektedir.

Çizelge 4.9 Formülasyon bileşenlerinin optimizasyon aralıklarının belirlenmesi

| Deneme                | Stabilizatör | Yağ  |
|-----------------------|--------------|------|
| Gum                   | 0,3          | 0,4  |
| Chia                  | 1,51         | 1,97 |
| Yağ                   | 19,92        | 12   |
| Emülgatör             | 3,58         | 1,02 |
| Desirability          | 1            | 1    |
| K (Pas <sup>n</sup> ) | 9            | 9    |

Stabilizatör değerinin 0,3 , yağ değerinin 12 olduğu durumda  $K= 9 \text{ Pas}^n$  ve Desirability=1 sağlanmakta ve iyi bir optimizasyon işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Bu regresyon modellerinin, deneysel aralıktaki formüle edilmiş salata soslarının fiziksel özelliklerini tahmin etmek için genel olarak yeterli ve kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Bu gibi optimizasyon tekniklerinin kullanılması, salata sosu ve mayonez gibi uygun emülsiyonlarının tasarlanması için yararlı bilgiler sağlayabilir.

Akış davranış reolojik özellikleri kullanılarak optimizasyon gerçekleştirildi. Akış davranış reolojik özellikler ( $K$ ) ile dinamik reolojik özellikler ( $K'$ ,  $K''$ ) arasındaki korelasyon nedeniyle optimizasyon çalışması sadece akış davranış özellikleri baz alınarak gerçekleştirildi.

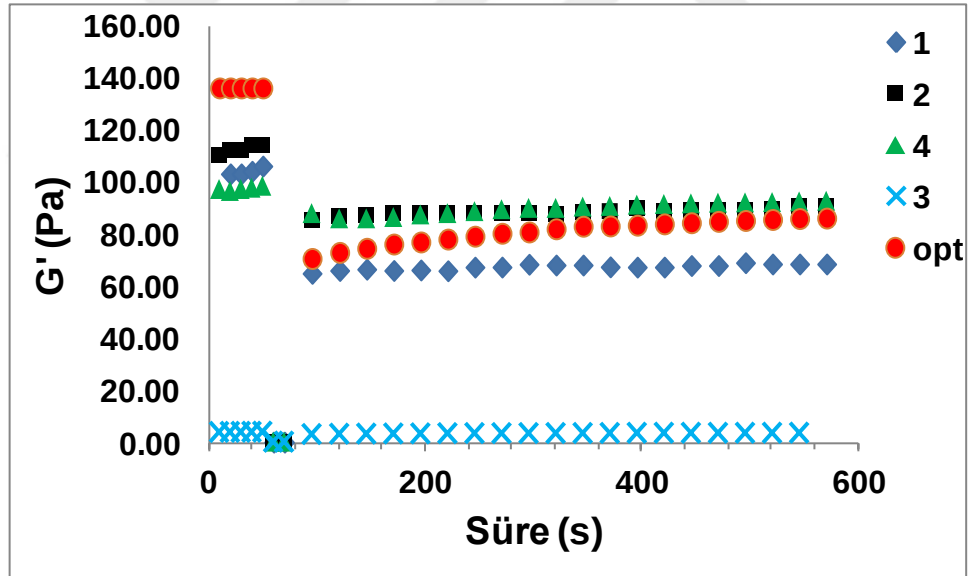
#### 4.6 Optimum Formülasyona Göre Üretilen Ürünün Karakterizasyonu

##### 4.6.1 3 Zaman Aralıklı Tiksotropik Test (3-ITT)

3-ITT test ani ve lineer olmayan bölgede deformasyona uğrayan salata sosunda gözlenebilecek reolojik davranışı tam anlamıyla simule etmektedir [64]. Gıdalara uygulanan bazı ani deformasyon ve kuvvetler daima LVE bölgesi içinde değildir. Bu tarz deformasyon ve kuvvetlere maruz kaldıktan sonra gıdaların kendini ne kadar oranda ve sürede toparlayabildiğini gösteren teste 3-ITT (3 zaman aralıklı tiksotropik test) denir. İlk zaman aralığında salata soslarına belirli bir miktarda shear stress uygulanır ve  $G_t$  değeri elde edilir. İlk zaman aralığı durağan zaman aralığıdır. İkinci zaman aralığında

ise  $150 \text{ s}^{-1}$  kesme hızları uygulanır ve uygulanan kesme hızları nedeniyle  $G'$  değeri belirli bir seviyeye düşer. İkinci zaman aralığı deformasyon zaman aralığıdır. Üçüncü zaman aralığında ise toparlanma eğilimi ilk olarak  $G_0$  değerinin elde edilmesiyle başlar ve en son elde edilen  $G_e$  değeriyle uygulanan reolojik test sona erer. Üçüncü zaman aralığı toparlanma eğiliminin olduğu ancak ilk zaman aralığındaki gibi durağan zaman aralığıdır.

$G_e/G_0$  değeri toparlanma yüzdesini verir, rakamsal olarak ne kadar büyükse daha hızlı toparlanma eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Bununla beraber tiksotropik hız sabiti değeri de rakamsal olarak ne kadar büyükse örneğin toparlanma eğilimi o kadar yüksektir. 3-ITT testi sonucunda elde edilen veriler toparlanma derecesinin karşılaştırılması için toparlanmayla ilgili terimlerin elde edilmesi gerekmektedir ve bu amaçla ikinci dereceden yapısal kinetik model kullanılmış ve  $k$ ,  $G_e$  ve  $G_0$  değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 4.7 Optimizasyon sonucu elde edilen salata sosu örneğiyle ticari salata sosu örneklerinin 3 – ITT reolojik özellikleri

Ticari olarak üretilen salata sosları ile optimizasyona göre elde edilen salata soslarına 3-ITT işlemi uygulanmış ve salata soslarının kendini toparlama dereceleri Şekil 4,6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 3 – ITT Verilerinin second order structural kinetic model kullanılarak toparlanma derecelerinin belirlenmesi

| ÖRNEK     | <i>Kesme hızı</i> ( $s^{-1}$ ) | <i>k</i> | $G_e$ (Pa) | $G_0$ (Pa) | $G_e/G_0$ | $R^2$ |
|-----------|--------------------------------|----------|------------|------------|-----------|-------|
| Kontrol 1 | 150                            | 0,01     | 98,22      | 85,08      | 1,15      | 0,95  |
| Kontrol 2 | 150                            | 0,005    | 70,25      | 62,16      | 1,13      | 0,97  |
| Kontrol 3 | 150                            | 0,51     | 3,61       | 1,83       | 1,97      | 0,96  |
| Kontrol 4 | 150                            | 0,007    | 113,71     | 83,85      | 1,35      | 0,95  |
| Optimum   | 150                            | 0,014    | 100,17     | 63,30      | 1,65      | 0,96  |

Çizelge 4,7’de  $G_e/ G_0$  değerleri 1,13 -1,97 arasında değişmektedir. Kontrol 3 salata sosu örneğinin diğer örneklerle kıyasla toparlanma derecesinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Soğuk pres chia tohumu yağı atığı ilave ederek düşük yağlı salata sosu üretimi çalışmamızda ilk olarak deneme dizaynıyla formülasyonlar oluşturuldu ve ardından optimizasyon işlemi gerçekleştirildi. Formülasyona göre üretimi gerçekleştirilen salata sosu örneklerinin reolojik özellikleri üzerine emülgatör, soğuk pres chia tohumu yağı atığı, stabilizatör ve yağ miktarlarının etkisi incelenmiştir. Reolojik özellikler, formülasyon bileşenlerinden ciddi derecede etkilenmiş ve bileşenler arasındaki en önemli etkiyi stabilizatör göstermiştir. Deneysel sonuçlar içerisinde incelenen salata sosu örneklerinde, stabilizatörlerin % 0,3 ve yukarı değerlerde yüksek kıvam katsayısına sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca soğuk pres chia tohumu yağ atığı da içerdiği polisakkaritler nedeniyle salata sosu örneklerinde suyu tutarak jel yapı oluşumuna sebep olmuştur. Böylece stabilizatör gibi etki göstererek kıvam katsayısının artmasına neden olur. Bununla beraber soğuk pres chia tohumu yağ atığının içermiş olduğu proteinler ( % 34 )emülgatör nitelikte olabilir ve salata sosu örneklerinde daha düşük seviyede emülgatör kullanımıyla aynı kıvama sahip salata sosu üretimi gerçekleştirilebilir. Çalışmanın sonuçları olarak stabilizatör emülgatör ve soğuk pres chia tohumu yağ atığı oranları değiştirilerek farklı kıvalara sahip salata sosu üretimi gerçekleştirilebilecektir. Böylece istenilen özelliklere sahip salata yağı azaltılmış salata sosu üretimi tüketici isteğine göre üretilebilecektir. Salata soslarının optimizasyonu sonucu stabilizatör % 0,40 , soğuk pres chia tohumu yağ atığı % 1,99, yağ % 11,99 ve emülgatör ise % 1,12 olarak bulunmuştur. Soğuk pres chia tohumu yağı atığı % 1,33 oranında kullanılırsa diğer formülasyon bileşenleriyle optimum seviyede sinerjik etki

meydana getirerek yapısal özellikler bakımından en iyi üretim parametresi olarak belirlenmiştir.

Çalışmadan kazanılan bir başka önemli sonuç ise soğuk pres chia tohumu yağ atığının stabilizatör niteliğinden dolayı yağlara karşı ikame edilirler böylece düşük yağ içeriğine sahip salata sosu üretiminin gerçekleşmesini sağlayabilir.

Çalışmadan elde edilen bir diğer önemli sonuç ise atık değerlendirme işlemiyle yani soğuk pres chia tohumu yağ atığının değerlendirilmesiyle hem besinsel bileşenler açısından zengin hemde yağ miktarının azaltılmasıyla sağlık açısından uygun bir nitelikte salata sosu üretimi gerçekleştirilmesidir.

Çalışmamızdan elde edilen bir başka sonuç ise optimum formülasyona göre üretilen salata sosu örneğinin yüksek stabiliteye sahip olmasıdır. Aynı zamanda gıda reolojisinde yeni bir teknik olan 3 – ITT salata soslarının ani bir kuvvet ve deformasyona maruz kaldığında ne kadar sürede eski haline geri döneceğini belirtmesi açısından önemlidir. 3 – ITT (Yapısal Toparlanma) LVE'nin dışındaki ani bir kuvvet ve deformasyonu ifade etmesi açısından optimum salata sosu ve ticari örneklerle uygulanmıştır. Bu çalışmadan çıkarılacak bir diğer önemli sonuç farklı gıda ürünlerinde LVE bölge dışından uygulanacak ani bir deformasyon ve kuvvet sonucu toparlanma özelliğinin 3- ITT yöntemiyle belirlenmesidir.

Çalışmamızın en önemli sonucu soğuk pres chia tohumu yağ atığının düşük yağ içerikli salata sosu üretiminde alternatif bir bileşen olarak potansiyel bir kullanım imkanına sahip olmasıdır. Fizikokimyasal ve duyu analizlerle elde edilen sonuçlar desteklenebilir, geliştirilebilir ve farklı yağ azaltılmış salata sosu örneklerine bakılarak karşılaştırma yapılabilir.

Soğuk Pres Chia tohumu yağ atığından gamların ekstraksiyonuna dair çalışmalar vardır ancak proteinlerin karakterizasyonu ve teknolojik özelliklerine dair çalışmalar yoktur ve bu yeni bir araştırma konusu olabilir.

Çalışmamızdan çıkarılan sonuçlarla beraber bu sonuçların gelecekteki yapılacak çalışmalar için iyi bir kaynak olması ve soğuk pres chia Tohumu yağ atığının fonksiyonel açıdan farklı gıda ürünlerinde kullanılması sonucu besleyici ve teknolojik açıdan yüksek yeni ürünlerin ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.

## KAYNAKLAR

---

- [1] Risérus, U., Willett, W., Hu, F.B., (2009). "Dietary Fats and Prevention of Type 2 Diabetes", *Progress in Lipid Research*, 48: 44–51.
- [2] Vanesa Y., Susana I., Nolasco, M.M., Tomás, C., (2008). "Moisture-Dependent Physical Properties of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds", in *Industrial Crops and Products*, 28(3): 286-293.
- [3] Bresson, J. L., Flynn, A., Heinonen, M., (2009). "Opinion on the Safety of "Chia Seeds (*Salvia Hispanica* L.) and Ground Whole Chia Seeds" as a Food Ingredient", *The European Food Safety Authority Journal*, 996: 1–26.
- [4] Bueno M., di Sapio, O., Barolo, M., Busilacchi, H., Quiroga, M., Severin, C., (2010). "Quality Tests of *Salvia Hispanica* L. (Lamiaceae) Fruits Marketed in the City of Rosario (Santa Fe Province, Argentina)," *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9(3): 221–227.
- [5] Ricardo, A ., (1995). "Oil Content and Fatty Acid Composition of Chia (*Salvia Hispanica* L.) From Five Northwestern Locations in Argentina", *Oil Chem Soc*, 72: 1079.
- [6] Mantzouridou, F., Karousioti, A., Kiosseoglou, V., (2013). "Formulation Optimization of a Potentially Prebiotic Low-in-Oil Oat-Based Salad Dressing to Improve *Lactobacillus Paracasei* Subsp *Paracasei* Survival and Physicochemical Characteristics", *Lwt-Food Science and Technology*, 53(2): 560-568.
- [7] Dickinson, E., (2003). "Hydrocolloids at Interfaces and the Influence on the Properties of Dispersed Systems", *Food Hydrocolloids*, 17(1): 25-39.
- [8] Ma, L. G., Barbosa-Cánovas, V., (1995). "Rheological Characterization of Mayonnaise. Part II: Flow and Viscoelastic Properties at Different Oil and Xanthan Gum Concentrations", *Journal of Food Engineering*, 25(3): 409-425.
- [9] Sikora, M., Badrie N., Deisingh, A.K., Kowalski, S., (2008). "Sauces and Dressings: a Review of Properties and Applications", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(1): 50-77.
- [10] McClements, D. J., (2005). *Food emulsion: Principles, Practice, and Technique*, Boca Raton: CRC press.

- [11] Drakos, A., Kiosseoglou, V., (2008). "Depletion Flocculation Effects in Egg-Based Model Salad Dressing Emulsions", *Food Hydrocolloids*, 22(2): 218-224.
- [12] Hosseini-Parvar, S., Osano, J.P.H., Matia-Merino, L., (2016). "Emulsifying Properties of Basil Seed Gum: Effect of pH and Ionic Strength", *Food Hydrocolloids*, 52: 838-847.
- [13] Rao, M.A., (1992). "Classification, Description and Measurement of Viscoelastic Properties of Solid Foods", in: *Viscoelastic Properties of Foods* (ed. M.A. Rao, and J.F.Steffe), Elsevier Applied Science Publishers Ltd.
- [14] McClements, D.J., Demetriades, K., (1998). "An Integrated Approach to the Development of Reduced-Fat Food Emulsions", *Crit Rev Food Sci Nutr*, 38: 511–536.
- [15] Martin, J.M., Atichels, W.K., (2000). "Mayonnaise, Dressings, Mustard, Mayonnaise-Based Salads, and Acid Sauces", *The Microbiological Safety and Quality of Food*, T. C. B.-P. A. G. W. G. Lund. Gaithersburg, Maryland, Aspen Publishers.
- [16] Ma, Z., Boye J. I., (2013). "Advances in the Design and Production of Reduced-Fat and Reduced-Cholesterol Salad Dressing and Mayonnaise: A Review", *Food and Bioprocess Technology*, 6(3): 648-670.
- [17] Chirife, J., Vigo, M.S., GÓMez, R.G., Favetto, G.J., (1989). "Water Activity and Chemical Composition of Mayonnaises", *Journal of Food Science*, 54(6): 1658-1659.
- [18] McClements, D.J., (2008). *Lipid-Based Emulsions and Emulsifiers*. In Casimir C. Akoh, David B. Min (Eds.). *Food Lipids. Chemistry, Nutrition, and Biotechnology* 63-97, CRC Press, Boca Raton.
- [19] Parker, N.S., (1987). "Properties and Functions of Stabilizing Agents in Food Emulsions", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 25(4): 285.
- [20] Sheldrake, P., (2003). *Controlling Textures in Soups, Sauces and Dressings*. In McKenna BM (ed.). *Texture in Food*, 1: 350-370, Boca Raton: CRC, Woodhead Publishing Lt.
- [21] Williams, P.A., Phillips, G.O., (2009). *Gum Arabic*. In Phillips, G.O., Williams, P.A. (eds.), *Handbook of Hydrocolloids* (Chapter 11), CRC, Boca Raton.
- [22] Martn  ez, I., Angustias, R.M., Franco, J., (2007). "Effect of Salt Content on the Rheological Properties of Salad Dressing-Type Emulsions Stabilized by Emulsifier Blends", *Journal of Food Engineering*, 80(4): 1272-1281.
- [23] De Roos, K.B., (1997). "How Lipids Influence Food Flavor", *Food Technology* , 51(1): 60-62.
- [24] Leland, J.V., (1997). "Flavor Interactions: The Greater Whole: The Chemistry of Flavor Interactions", *Food Technology*, 51(1): 75-80.
- [25] Casas, J.A., Mohedano, A.F., & Garc  a-Ochoa, F., (2000). "Viscosity of Guar Gum and Xanthan/Guar Gum Mixture Solutions", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(12): 1722-1727.

- [26] McClements, D.J., (2005c). Emulsion Rheology, In Food Emulsions Principles, Practices, and Techniques (2nd ed., Chapter 8), CRC Press, Boca Raton.
- [27] McKenna, B.M., Lyng, J.G., (2003). Introduction to Food Rheology and Its Measurement, In Brian M. McKenna (ed.), Texture in Food. 1: 130-160, Woodhead Publishing Ltd., CRC, Boca Raton.
- [28] Tadros, T.F., (1994). "Fundamental Principles of Emulsion Rheology and their Applications", Colloids and Surfaces A : Physicochemical and Engineering Aspects, 91(0): 39-55.
- [29] Toker, O. S., Karasu S., Yilmaz M. T., Karaman, S., (2015). "Three Interval Thixotropy Test (3ITT) in Food Applications: A Novel Technique to Determine Structural Regeneration of Mayonnaise Under Different Shear Conditions", Food Research International, 70: 125-133.
- [30] Gladwell, N., Rahalkar, R.R., Richmond, P., (1986). "Influence of Disperse Phase Concentration upon the Viscoelastic Behaviour of Emulsions", Rheologica Acta, 25(1): 55-61.
- [31] Ma, L., Barbosa-Canovas, G.V., (1995a). "Rheological Characterization of Mayonnaise. Part I: Slippage at Different Oil and Xanthan Gum Concentrations " Journal of Food Engineering, 25(3): 397-408.
- [32] Dolz, M., Hernandez, M. J., Delegido, J., (2006). "Oscillatory Measurements for Salad Dressings Stabilized with Modified Starch, Xanthan Gum, and Locust Bean Gum", Journal of Applied Polymer Science, 102(1): 897-903.
- [33] Aguilera, J.M., Stanley, D.W., (1999). "Examining Food Microstructure", In Aguilera, J.M., Stanley, D.W., (eds.), Microstructural Principles of Food Processing and Engineering, 1-66. Aspen Publishers, Gaithersburg, USA.
- [34] McClements, D.J., (2005e). Characterization of Emulsion Properities, in Food Emulsions Principles, Practices, and Techniques (2nd ed., Chapter 10). CRC Press, Boca Raton.
- [35] Karaman, S., Karasu, S., Tornuk, F., Toker, O, S., Geçgel, U., Sagdic, O., Ozcan, N., Gül, O ., (2015). "Recovery Potential of Cold Press Byproducts Obtained From the Edible Oil Industry: Physicochemical, Bioactive, and Antimicrobial Properties", Journal Agriculture Food Chemistry, 63 (8): 2305-2313.
- [36] Leming, R., Lember A., (2005). "Chemical Composition of Expeller and Cold-pressed Rapeseed Cake", Agraarteadus 16: 103-109.
- [37] Coorey R., Tjoe, A., Jayasena, V., (2014). "Gelling Properties of Chia Seed and Flour", Journal of Food Science, 79(5).
- [38] Segura, C.M.R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., Betancur, A.D., (2014). "Chemical and Functional Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) Gum", International Journal of Food Science, 2014: 5.
- [39] Nuengmaysa, K., Santhanee, P., Dudsadee U., Chureerat, P., Vilai R., (2017). "Octenyl Succinylation of Granular and Debranched Waxy Starches and their Application in Low-Fat Salad Dressing", Food Hydrocolloids, 66: 296-306.

- [40] Ma, Z., Boye, J. I., Swallow K., Montpetit, D., Malcolmson L., Simpson, B. K., Prasher, S. O.,(2016). "Techno-Functional Characterization of Pulse Flour Supplemented Salad Dressing Emulsions", *Journal of Food Engineering*, 96(3): 837- 847.
- [41] Yoo, B., Rao M. A., (1996). "Creep and Dynamic Rheological Behavior of Tomato Concentrates: Effect of Concentration and Finisher Screen Size", *Journal of Texture Studies*, 27(4): 451-459.
- [42] Mantzouridou, F., Spanou A., Kiosseoglou V., (2012). "An Inulin-Based Dressing Emulsion as a Potential Probiotic Food Carrier", *Food Research International*, 46(1): 260-269.
- [43] Dickinson, E., (1992). *An Introduction to Food Colloids*, Oxford University Press, Oxford, UK.
- [44] Harrison, L.J., Cunningham, F.E., (1985). "Factors Influencing the Quality of Mayonnaise: A Review", *Journal Of Food Quality*, 8(1): 1-20.
- [45] Bortnowska, G., Balejko, J., Schube, V., Tokarczykv, N., Krzeminska, K.M., (2014). Stability and Physicochemical Properties of Model Salad Dressings Prepared with Pregelatinized Potato Starch, *Carbohydrate Polymers*, 111: 624-632.
- [46] Utrilla-Coello, R. G., Rodriguez-Huezo M. E., Carrillo-Navas, H., Hernandez-Jaimes, C., Vernon-Carter, E. J., Alvarez-Ramirez J., (2014). In Vitro Digestibility, Physicochemical, Thermal and Rheological Properties of Banana Starches, *Carbohydrate Polymers*, 101: 154-162.
- [47] Zhang, C., Quek, S., Lam, G., Easteal, A., (2008). "The Rheological Behaviour of Low Fat Soy-Based Salad Dressing", *International Journal of Food Science and Technology*, 43(12): 2204-2212.
- [48] Pero, M., Emam-Djomeh Z., Yarmand M. S., Samavati V., (2014). "Stability and Rheological Properties of Model Low-Fat Salad Dressing Stabilized by Salep", *Journal of Dispersion Science and Technology*, 35(2): 215-222.
- [49] Bushway A. A., Belyea P. R., Bushway R. J., (1981). "Chia Seed as a Source of Oil Polysaccharide and Protein", *Food Science* 46(5): 1349-1350.
- [50] Ma, L., Barbosa-Canovas, G.V., (1995a). "Rheological Characterization of Mayonnaise. Part I: Slippage at Different Oil and Xanthan Gum Concentrations", *Journal of Food Engineering*, 25(3): 397-408.
- [51] Bushway A. A., Wilson A. M., Houston L., Bushway R. J., (1984). "Selected Properties of the Lipid and Protein Fractions From Chia Seed", *Food Science*, 49(2): 555-557.
- [52] Felisbertoa M. H. F., Wahanika A. L., Gomes-Ruffib C. R., Clericia M. T. P. S., Changa Y. K., Steel C. J., (2015). "Use of Chia (*Salvia Hispanica L.*) Mucilage Gel to Reduce Fat in Pound Cakes", *Food Science Technology*, 63(2): 1049–1055.

- [53] Ma, Z., Boye, J. I., B. K., Prasher, S. O., (2016). "Preparation of Salad Dressing Emulsions Using Lentil, Chickpea and Pea Protein Isolates: A Response Surface Methodology Study", *Journal of Food Science*, 39(4): 274-291.
- [54] Ma, Z., (2013). "Techno-Functional and Sensory Properties of Salad Dressing-type Emulsions Prepared with Pulse Flours and Pulse Fractions", *Doktora Tezi*, McGill University Department of Bioresource Engineering Montreal, Quebec Canada.
- [55] Papalamprou, E., Doxastakis G., Kiosseoglou V., (2006). "Model Salad Dressing Emulsion Stability as Affected by the Type of the Lupin Seed Protein Isolate", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12): 1932-1937.
- [56] Diftis, N. G., Biliaderis C. G., Kiosseoglou V. D., (2005). "Rheological Properties and Stability of Model Salad Dressing Emulsions Prepared with a Dry-Heated Soybean Protein Isolate-Dextran Mixture", *Food Hydrocolloids*, 19(6): 1025-1031.
- [57] Ma, Z., Boye J. I., Fortin J., Simpson S B. K., Prasher O., (2013). "Rheological, Physical Stability, Microstructural and Sensory Properties of Salad Dressings Supplemented with Raw and Thermally Treated Lentil Flours", *Journal of Food Engineering*, 116(4): 862-872.
- [58] Gladwell, N., Rahalkar, R.R., Richmond, P., (1986). "Influence of Disperse Phase Concentration upon the Viscoelastic Behaviour of Emulsions", *Rheologica Acta*, 25(1): 55-61.
- [59] Peressinii, D., Sensidoni, A., Cindio, B. D., (1998). "Rheological Characterization of Traditional and Light Mayonnaises", *Journal of Food Engineering*, 35: 409–417.
- [60] Karasu, S., (2015). Soğuk Pres Yağlar Kullanılarak Üretilen Salata Soslarının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Doktora Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [61] CAC 192 , (1995). General Standard For Food Additives, CAC.
- [62] Stachurski, J., Michalek, M., (1996). "The Effect of the zeta Potential on the Stability of a Non-Polar Oil-in-Water Emulsion", *Journal of Colloid Interface Sci*, 184(2): 433-436.
- [63] Zhao, Q., Long Z., Kong J., Liu T., Sun-Waterhouse D., Zhao M., (2015). "Sodium Caseinate/Flaxseed Gum Interactions at Oil–Water Interface: Effect on Protein Adsorption and Functions in Oil-in-Water Emulsion", *Food Hydrocolloids*, 43: 137-145.
- [64] Dolz, M., Hernández, M.J., Delegido, J., (2008). "Creep and Recovery Experimental Investigation of Low Oil Content Food Emulsions", *Food Hydrocolloids*, 22(3): 421-427.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Alican AKÇİÇEK  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 13.03.1993  
**Yabancı Dili** : İngilizce  
**E-posta** : akcicekalican82@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU

| Derece    | Alan              | Okul/Üniversite            | Mezuniyet Yılı |
|-----------|-------------------|----------------------------|----------------|
| Y. Lisans | Gıda Mühendisliği | Yıldız Teknik Üniversitesi | -              |
| Lisans    | Gıda Mühendisliği | Namık Kemal Üniversitesi   | 2015           |

### İŞ TECRÜBESİ

| Yıl  | Firma/Kurum        | Görevi         |
|------|--------------------|----------------|
| 2015 | Trakya Tabldot A.Ş | Gıda Mühendisi |
| 2017 | TÜBİTAK            | Proje Asistanı |

## **YAYINLARI**

### **Bildiri**

1. Karasu, S. ve Akçiçek, A., (2017). “ Soğuk Pres Chia Tohumu Yağı Atığı İlave Ederek Yağı Azaltılmış Salata Sosu Üretimi ve Reolojik Özelliklerinin Optimizasyonu”, YABİTED III.Yağ Kongresi, 13-15 Nisan 2017, İzmir/Türkiye.

