

**SOĞUK PRES YAĞLAR KULLANILARAK ÜRETİLEN  
SALATA SOSLARININ  
KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Salih KARASU**

**Doktora Tezi**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Ümit GEÇGEL**

**2015**

**T.C.**

**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**SOĞUK PRES YAĞLAR KULLANILARAK ÜRETİLEN SALATA SOSLARININ  
KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Salih KARASU**

**Gıda Mühendisliği ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: DOÇ. DR. ÜMİT GEÇGEL**

**TEKİRDAĞ-2015**

**Her hakkı saklıdır**

Bu tez TÜBİTAK Teknoloji ve Yenilik Destek Programı Başkanlığı (TEYDEB) tarafından 5140063 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Doç. Dr. Ümit GEÇGEL danışmanlığında, Salih KARASU tarafından hazırlanan “Soğuk Pres Yağlar Kullanılarak Üretilen Salata Soslarının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ *İmza:*

Üye : Prof. Dr. Emin YILMAZ *İmza:*

Üye : Prof. Dr. H. Ersin ŞAMLI *İmza:*

Üye: Prof Dr. Murat TAŞAN *İmza:*

Üye : Doç. Dr. Ümit GEÇGEL *İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Doktora Tezi

### SOĞUK PRES YAĞLAR KULLANILARAK ÜRETİLEN SALATA SOSLARININ KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

**Salih KARASU**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ümit GEÇGEL

Bu çalışmada soğuk pres tekniği ile üretilen yağlar kullanılarak elde edilen salata soslarının bazı kalite özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışmanın ilk aşamasında Yanıt yüzey yöntemi (YYY) kullanılarak ticari örneklerin reolojik özellikleri baz alınarak formülasyon optimizasyonu yapılmıştır. Yanıt yüzey yöntemi ile ksantan gam (%0,25-0,75), yumurta sarısı tozu (%2-6) ve soğuk pres yağ (%10-30) oranı içeren 17 farklı deneme dizaynı oluşturulmuştur. Örneklerin akış davranış ve dinamik reolojik özelliklerine formülasyonun etkisi araştırılmıştır. Ksantan gam, yağ ve yumurta sarısı oranı örneklerin kıvam katsayısı ( $K$ ), akış davranış indeksi ( $n$ ) ve akma gerilimi ( $\sigma_0$ ) değerlerini önemli bir şekilde etkilemiştir. Örneklerin  $K$ ,  $n$  ve  $\sigma_0$  değerleri sırasıyla 0,0370- 20,0329 Pas<sup>n</sup>, 0,1342-0,7013 ve 0,0094-19,8236 Pa olarak tespit edilmiştir. Salata sosu örneklerinin tamamının  $G'$  değerleri  $G''$  değerlerinden yüksek bulunmuştur. Optimum salata sosu için belirlenen ksantan gam, yumurta sarısı tozu ve yağ oranı sırasıyla %0,36, %4,5 ve %21 olarak tespit edilmiştir. Optimum formülasyona göre üretilen salata sosu örneğinin partikül boyutu,  $\zeta$ -potansiyeli ve 3-ITT reolojik davranışları ticari olarak üretilen ürünlere benzerlik göstermiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında farklı baharat (kekik, nane ve kırmızıbiber), asitlik verici ajan (limon suyu ve sirke) ve soğuk pres yağların (kabak çekirdeği, susam ve zeytinyağı) salata soslarının fizikokimyasal, reolojik, mikro yapısal ve duyusal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Baharat, yağ ve asitlik verici ajanlar salata sosu örneklerinin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini önemli bir şekilde etkilerken ( $P<0,05$ ); reolojik ve mikro yapısal özelliklerine önemli bir etki göstermemiştir ( $P>0,05$ ). Duyusal analiz sonucunda kekik, limon suyu ve zeytinyağı içeren örneklerin duyusal olarak en çok beğenilen örnekler olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın son aşamasında ise salata sosu örneklerinin depolama boyunca raf ömrü kriterleri değerlendirilmiştir. Bu amaçla 56 gün boyunca ürünlere mikrobiyal gelişim, oksidatif

stabilite, emülsiyon stabilitesi ve serbest yağ asidi oluşumu ölçülmüştür. Depolama süresince salata sosu örneklerinin hiç birisinde küf/maya ve toplam mezofilik aerobik bakteri gelişimi gözlenmemiştir. Örneklerin peroksit sayısı ve serbest yağ asidi değerleri depolama boyunca artış göstermiştir ve bu parametrelerin değişimine baharat, yağ çeşidi ve asitlik verici ajanların etkisi önemli bulunmuştur. Depolama süresince örneklerde herhangi bir faz ayrımı gözlenmemiştir. Bu çalışma kekik, limon suyu ve zeytinyağı içeren örneklerin optimum ksantan gam, yumurta sarısı tozu ve yağ oranında duyuşal, mikro yapısal ve stabilite açısından salata sosu formülasyonunda başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Salata sosu, soğuk pres yağlar, kekik, nane, kırmızı biber, optimizasyon, reoloji

## **ABSTRACT**

Ph. D. Thesis

### **DETERMINATION OF QUALITY PARAMETERS OF SALAD DRESSING PREPARED WITH COLD PRESSED OIL**

**Salih KARASU**

Namik Kemal University Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ümit GEÇGEL

In this study, some quality parameters of salad dressing prepared with cold pressed oil were investigated. In a first stage of this study, response surface methodology (RSM) central composite design (CCD) was used for the optimization of salad dressing formulation based on the rheological properties of commercial salad dressing. 17 different formulations including different xanthan gum (0.25-0.75 %), egg yolk powder (2-6 %) and cold pressed oil (10-30 %) were obtained by using RSM. Effect of formulation on the visco-elastic and flow behavior properties of salad dressing was investigated. The percentage of xanthan gum, cold pressed oil and egg yolk powder significantly affected consistency ( $K$ ) index, flow behavior index ( $n$ ) and yield stress ( $\sigma_0$ ) values of the samples.  $K$ ,  $n$  and  $\sigma_0$  values of the samples were found to be 0, 0370- 20,0329 Pas<sup>n</sup>, 0,1342-0,7013 and 0,0094-19,8236 Pa, respectively.  $G'$  values of the all salad dressing samples were greater than  $G''$  values, indicating that all samples showed solid like behavior. Optimum xanthan gum, egg yolk powder and cold pressed oil content were determined to be 0,36%, 4,5% and 21%. The particle diameter,  $\zeta$ -potential properties and 3-ITT behavior of the sample prepared based on the optimum formulation were closed to commercial salad dressing samples. In the next stage of the study, effect of the different spices (oregano, mint and red pepper), acidifying agents (lemon juice and vinegar) and cold pressed oil (pumpkin seed oil, sesame oil and olive oil) on the physico-chemical, rheological, microstructural and sensorial properties of salad dressing was studied. Different spices, cold pressed oils and acidifying agents significantly affected sensorial and physic-chemical properties ( $P < 0.05$ ) while they didn't show significant effect on rheological and microstructural properties ( $P > 0.05$ ). The samples prepared by oregano, lemon juice and olive oil were determined as the most preferred samples according to sensorial analysis. In the last stage of the study, shelf life of the salad dressing samples were evaluated. For this purpose, microbial growth, oxidative stability, emulsion stability, and formation of free fatty acid were

determined for 56 days storage period. In a salad dressing sample, mold and yeast, and total mesophilic aerobic bacteria were not counted during storage period. The peroxide and free acidity values of the samples were increased during storage period and this increase was affected from types of the different spices, cold pressed oil and acidifying agents. No phase separation was observed in the - samples during storage. This study suggested that salad dressing samples prepared by oregano, lemon juice, and olive oil could be successfully and acceptable salad dressing formulations.

**Key words:** Salad dressing, cold pressed oil, oregano, mint, red pepper, optimization, rheology



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
ÇİZELGE DİZİNİ.....	viii
ŞEKİL DİZİNİ.....	ix
SİMGELER DİZİNİ.....	xii
ÖNSÖZ.....	xiii
1.GİRİŞ.....	1
2. LİERATÜR TARAMASI.....	6
2.1. Emülsiyonların genel özellikleri.....	6
2.2. Salata sosu formülasyonunda kullanılan bileşenler.....	8
2.2.1. Su.....	9
2.2.2. Yağ.....	10
2.2.3. Emülgatörler.....	10
2.3.3.1 Yumurta sarısı.....	12
2.2.3.2. Düşük moleküllü surfektanlar.....	13
2.2.3.3. Proteinler.....	13
2.2.3.3.1 Süt proteinleri.....	14
2.2.3.3.1. Bitkisel kaynaklı proteinler.....	16
2.2.3.4. Emülgatör özellikteki hidrokolloidler.....	18
2.2.4. Stabilizatörler.....	18
2.2.5. Asitlik verici ajanlar.....	20
2.2.6. Şeker ve Tuzlar.....	20
2.2.7. Baharatlar.....	21
2.2.8. Koruyucular.....	22
2.3. Salata Soslarının Kalite Kriterleri.....	23
2.3.1. Reolojik özellikler.....	23
2.3.2. Salata soslarının stabilite özellikleri.....	24
2.3.3. Salata soslarının mikrobiyolojik özellikleri.....	30
2.3.4. Salata soslarının duyuşal özellikleri.....	32
2.3.5. Mikro yapısal özellikler.....	33
2.4. Salata sosu üretiminde yeni yaklaşımlar.....	35

<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	36
3.1. Materyal.....	36
3.2. Yöntem.....	36
3.2.1. Salata sosu üretimi.....	37
3.2.2. Deneysel Dizayn.....	39
3.2.3. Reolojik analizler.....	40
3.2.3.1. Akış davranış reolojik özellikler.....	40
3.2.3.2. Dinamik reolojik analizler.....	40
3.2.3.3. 3 –ITT (3 zaman aralıklı tiksotropik test).....	41
3.2.4. Fizikokimyasal analizler.....	42
3.2.4.1. pH.....	42
3.2.4.2. Serbest yağ asitliği (% oleik asit cinsinden).....	42
3.2.4.3. Kuru madde miktarı (%).....	42
3.2.4.4. Renk.....	43
3.2.5. Biyoaktif özellikler.....	43
3.2.5.1. Ekstraksiyon işlemi.....	43
3.2.5.2. Toplam fenolik madde miktarı (TFM).....	43
3.2.5.3. Antioksidan kapasite analizi.....	44
3.2.6. Emülsiyon Özellikleri.....	44
3.2.6.1. Emülsiyon stabilitesi.....	44
3.2.6.2. Zeta potansiyeli ( $\zeta$ ) ve Partikül boyutu ölçümü.....	45
3.2.6.3. Oksidatif stabilite analizleri.....	45
3.2.6.4. Duyusal analizler.....	45
3.2.7. Yağ asidi bileşimi.....	45
3.2.8. Mikrobiyolojik analizler.....	46
3.2.8.1. Toplam mezofil aerobik bakteri (TMAB) sayımı.....	46
3.2.8.1. Maya ve Küf Sayımı.....	46
3.2.9. İstatistiksel Analiz.....	46
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA</b> .....	47
4.1. Salata sosu formülasyonunda kullanılacak soğuk pres yağların karakterizasyonu.....	47
4.2. Akış Davranış Reolojik Özellikleri.....	52
4.3. Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri üzerine formülasyonun etkisi.....	56

4.3.1. Kıvam katsayısı (K).....	57
4.3.2. Akış davranış İndeksi (n).....	59
4.3.3. Akma Gerilimi ( <i>Yield stress</i> ).....	61
4.4. Dinamik reolojik özellikler.....	63
4.5. $K'$ , $K''$ ve $K^*$ değerleri üzeri kullanılan formülasyonun etkisi.....	66
4.6. Optimum konsantrasyonların belirlenmesi.....	69
4.7. Optimum formülasyona göre üretilen ürünün karakterizasyonu.....	73
4.7.1. 3 Zaman Aralıklı Tikotropik Test (3-ITT).....	73
4.7.2. Partikül Boyutu ve zeta ( $\zeta$ ) potansiyeli.....	78
4.7.3. Emülsiyon stabilitesi.....	85
4.8. Salata sosu örneklerinin fizikokimyasal özelliklerine baharat, yağ çeşidi ve asitlik verici ajanların etkisi.....	88
4.8.1. Salata soslarının fizikokimyasal özellikleri.....	88
4.8.2. Salata soslarının $\zeta$ – potansiyeli ve partikül boyutu.....	91
4.8.3. Yağ baharat asitlik verici ajanların salata sosu örneklerinin reolojik özelliklerine etkisi.....	94
4.8.4. Farklı yağ, baharat ve asitlik verici ajanların örneklerin duyuşal özelliklere etkisi.....	97
4.9. Depolama sırasında salata soslarında gözlenen değişimler.....	99
4.9.1. Emülsiyon stabilitesi.....	99
4.9.2. Oksidatif stabilite.....	100
4.9.3. Salata soslarının fizikokimyasal özellikleri.....	104
4.9.4. Mikrobiyolojik stabilite.....	108
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>111</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>115</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Bazı reolojik parametrelerin salata sosları ve benzeri emülsiyon ürünler için ifade ettiği anlamlar: .....	25
Çizelge 2.2. Emülsiyon stabilitesinde bozulmalara yol açan bazı fizikokimyasal mekanizmalar .....	28
Çizelge 2.3. Salata sosu üretiminde kullanılan homojenizasyon teknikleri.....	33
Çizelge 3.1. Salata sosu formülasyon optimizasyonu için deneme dizaynı.....	38
Çizelge 4.1 Soğuk pres yağların fizikokimyasal özellikleri.....	50
Çizelge 4.2. Soğuk pres yağların yağ asidi kompozisyonu.....	51
Çizelge 4.3. Salata sosu formülasyon optimizasyonu deneme dizaynı ve akış davranış reolojik özellikleri.....	55
Çizelge 4.4. Salata sosu formülasyon optimizasyonu deneme dizaynından elde edilen örneklerin dinamik viskozite değerleri.....	65
Çizelge 4.5. Ticari salata soslarının akış davranış reolojik özelliklerine ait bazı parametreler.....	70
Çizelge 4.6. Ticari ve optimum koşullarda üretilen salata soslarının fizikokimyasal özellikleri.....	72
Çizelge 4.7. <i>Second order structural kinetic</i> modele ait parametreler.....	77
Çizelge 4.8. Salata sosu örneklerinin yüzde asitlik, pH, kuru madde, kül ve renk değerleri.....	90
Çizelge 4.9. Salata sosu örneklerinin yağ partikül boyutları ve zeta ( $\zeta$ ) potansiyeli değerleri.....	93
Çizelge4.10. Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özelliklerine ait parametreler.....	96
Çizelge4.11. Salata sosu örneklerine ait duyu skorları.....	98
Çizelge4.12. Salata sosu örneklerinden ekstrakte edilen yağların Ransimat değerleri.....	102
Çizelge 4.13. Salata sosu örneklerinin serbest yağ asidi değerlerindeki değişim.....	107
Çizelge 4.14. Salata soslarında 56 gün boyunca mikrobiyal gelişme.....	109

## ŞEKİL DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1.	Gıda teknolojisindeki Emülsiyonların yapısı .....8
Şekil 2.2.	Yağ su emülsiyonlarının genel özellikleri ve bileşenlerinin şematik gösterimi.....9
Şekil 2. 3.	Süt proteinlerinin emülsiyon stabilitesine etkisi.....15
Şekil 2.4.	Emülsiyonlarda gözlenen destabilizasyon olaylarının şematik görünümü.....29
Şekil 3.1.	Salata sosu üretim akım şeması.....37
Şekil 4.1.	Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri.....54
Şekil 4.2.	Yağ, emülgatör ve stabilizatör içeriğinin salata sosu örneklerinin K değeri üzerine etkisi.....58
Şekil 4.3.	Yağ, emülgatör ve stabilizatör içeriğinin salata sosu örneklerinin n değeri üzerine etkisi.....60
Şekil 4.4.	Yağ, emülgatör ve ksantan gam içeriğinin salata sosu örneklerinin akam gerilimi değerleri üzerine etkisi.....62
Şekil 4. 5.	Salata sosu örneklerin dinamik reolojik özellikleri.....64
Şekil 4.5.	K', K'' ve K* değerleri üzerine yağ, emülgatör ve ksantan gam etkisi.....63
Şekil 4.6.	Salata sosu örneklerinin n', n'', ve n* değerleri üzerine yağ, emülgatör ve ksantan gam miktarının etkisi.....68
Şekil 4.7.	Ticari olarak üretilen ve optimum koşullarda elde edilen salata soslarının akış davranış özellikleri.....71
Şekil 4.8.	Salata sosu örneklerine ait 3-ITT reolojik davranışlarına ait grafikler.....76
Şekil 4.9.	Ticari ve otimum formülasyona göre üretilen salata soslarının $\zeta$ -potansiyeli değerleri.....79
Şekil 4. 10.	Ticari olarak üretilen salata soslarının $\zeta$ -potansiyeli değerleri.....80
Şekil 4. 11.	Ticari ve otimum formülasyona göre üretilen salata soslarının partikül boyutu dağılımı.....83
Şekil 4.12.	Ticari olarak üretilen salata soslarının partikül boyutu dağılımı.....84
Şekil.4.13.	Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojki davranışları.....95
Şekil 4.14.	Depolama boyunca salata soslarının peroksit değerleri.....104

Şekil 4.15. Salata soslarından elde edilen yağların depolama sırasında serbest asitliğinde gözlenen değişim.....106

## SİMGELER DİZİNİ

RSM	: Yanıt yüzey yöntemi
CCRD	: Central composite rotatable design
SYA	: Serbest yağ asitliği
3-ITT	: 3 zaman aralıklı tiksotropik test
G'	: Depolama modülü
G''	: Kayıp modülü
G' <sub>e</sub>	: Denge depolama modülü
PV	: Peroksit değeri
$\eta$	: Görünür viskozite
$\tau$	: Kayma gerilimi
$\dot{\gamma}$	: Kesme hızı
$\sigma_0$	: Akma gerilimi ( <i>yield stres</i> )
K	: Kıvam katsayısı değeri
n	: Akış davranış indeksi
$\eta^*$	: Kompleks viskozite değeri
TFM	: Toplam fenolik madde
AA	: Antioksidan aktivite
L*	: Aydınlik renk değeri
a*	: Kırmızılık/mavilik renk değeri
b*	: Yeşillik/sarılik renk değeri
TMAB	: Toplam mezofilik aerobik bakteri
KÇY	: Kabak çekirdeği yağı
SY	: Susam yağı

ZY	: Zeytinyağı
KSN	: Kabak çekirdeği yağı sirke ve nane içeren örnek
KSK	: Kabak çekirdeği yağı sirke ve kekik (oregano) içeren örnek
KSB	: Kabak çekirdeği yağı sirke ve kırmızıbiber içeren örnek
KLN	: Kabak çekirdeği yağı limon ve nane içeren örnek
KLK	: Kabak çekirdeği yağı limon ve kekik (oregano) içeren örnek
KLB	: Kabak çekirdeği yağı limon ve kırmızıbiber içeren örnek
SSN	: Susam yağı sirke ve nane içeren örnek
SSK	: Susam yağı sirke ve kekik (oregano) içeren örnek
SSB	: Susam yağı sirke ve kırmızıbiber içeren örnek
SLN	: Susam yağı limon ve nane içeren örnek
SLK	: Susam yağı limon ve kekik (oregano) içeren örnek
SLB	: Susam yağı limon ve kırmızıbiber içeren örnek
ZSN	: Zeytinyağı sirke ve nane içeren örnek
ZSK	: Zeytinyağı sirke ve kekik (oregano) içeren örnek
ZSB	: Zeytinyağı sirke ve kırmızıbiber içeren örnek
ZLN	: Zeytinyağı limon ve nane içeren örnek
ZLK	: Zeytinyağı limon ve kekik (oregano) içeren örnek
ZLB	: Zeytinyağı limon ve kırmızıbiber içeren örnek



## ÖNSÖZ

Soğuk pres yağlar kullanılarak üretilen salata soslarının kalite özelliklerinin belirlenmesi başlıklı tez çalışmamızda temel olarak sağlığa çok faydalı bileşenler içeren ancak gıda formülasyonlarında çok fazla yer alamayan soğuk pres yağların salata sosunda kullanım olanakları araştırılmıştır. Soğuk pres yağların sağlığa çok faydalı bileşenleri içermesindeki temel faktör bu yağların üretimi sırasında herhangi bir ısı işlem ve kimyasal prosesin uygulanmamasıdır. Böylece üründe istenmeyen bileşenler oluşmazken, biyoaktif bileşenler ise korunmaktadır. Bu amaçla soğuk pres yağlara farklı bir tüketim imkanını araştırmak üzere bu çalışma dizayn edilmiştir. Çalışmamız ‘Soğuk Pres Yağlardan Pilot Ölçekli Salata Sosu Üretimi’ adında TUBİTAK Teknoloji ve Yenilik Destek Programı Başkanlığı (TEYDEB) kapsamında sunulmuş ve 5140063 numaralı projeye desteklenmiştir.

Çalışmanın başından sonuna kadar teknik destek noktasında yardımlarını esirgemeyen Tez danışmanı ve Proje yürütücü hocam Doç. Dr. Ümit GEÇGEL’ e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmamızın büyük bir bölümü Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm laboratuvarlarında geçtiği için başta bölüm başkanı Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ ve Gıda Mühendisliği Bölümünün tüm öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım. Proje kapsamında bursiyer olarak çalışan Hacer KAYMAZ ve Kübra ÖZKAN ’a yardımlarından dolayı teşekkür ediyorum. Projede araştırmacı olarak katkı sağlayan hocalarım Prof. Dr. Murat TAŞAN ve Doç. Dr. Gülcan ÖZKAN ve yardımcı personel Şenay TURAN ’a yardımlarından ötürü ayrıca teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca soğuk pres yağların temininde yardımcı olan Neva Gıda Maddeleri ve Baskı Malzemeleri Sanayi Dış Ticaret Limited Şirketi’ne ve TEYDEB Projesi kapsamında maddi destek sunan TUBİKAK’a teşekkür ediyorum. Ülkemiz damak tadına uygun salata sosu üretiminin gerçekleşmesi amacıyla başlamış olduğumuz bu çalışmanın sonucunda arzu ettiğimiz sonuca ulaşmayı ümit ediyor ve ülkemiz mutfağına yeni bir ürün katmayı hedefliyoruz.

Aralık 2015

Salih KARASU

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda tüketiciler almış oldukları gıdalarla beslenme ihtiyaçlarını karşılamanın yanında gıdanın sağlıklı ve doğal olmasına da özen göstermektedirler. Soğuk pres yağlar üretimi sırasında herhangi bir şekilde kimyasal işleme tabi tutulmadan ve ısı işlem uygulanmadan minimum düzeyde bir prosesle üretildikleri için besinsel bileşenlerinde rafine yağlara göre çok daha az değişim gözlenir. Soğuk pres yağlar hammaddeye bağlı olarak değişmekle birlikte insan sağlığı açısından önemli esansiyel yağ asitleri, fenolik maddeler ve tokoferoller gibi doğal antioksidanları ve steroller gibi lipofilik biyoaktif bileşenleri içerdikleri için besinsel ve duyuşal açıdan fonksiyonel özelliktedir. Rafinasyon işlemi uygulanmadığından *trans* yağ asidi ve bazı istenmeyen bileşenlerin oluşumu da söz konusu değildir (Aydeniz ve ark. 2014).

Ülkemizde son yıllarda tüketiciler tarafından soğuk pres yağlara ilgi düzeyi oldukça artmış ve "kıymetli yağlar" olarak isimlendirilmişlerdir. Ancak soğuk pres yağların derin yağda kızartma, kızartma ve pişirme gibi yüksek derecede ısı işlem gerektiren ürünlerde kullanılması onları kıymetli kılan besinsel ve duyuşal kalitelerinde birtakım azalmalara neden olmaktadır. Ülkemizde soğuk pres yağların sağlık yönünden dikkat çekici olmasına rağmen kullanım alanlarının yeterince geniş yelpazede olmaması, hem üretici hem de tüketici açısından bu ürünlerden yeteri derecede faydalanma olasılığını da azaltmaktadır.

Salata sosları yapılarında baharat, yağ, asitlik sağlayan maddeler ve ilave maddeler içeren çok geniş formülasyonlarda üretilebilen ve pazarlanabilen tamamlayıcı ve aperatif gıda grubuna girmektedirler (Ma ve ark. 2013). Özellikle hazır gıda satışı yapan fast-food firmalar, lokantalar ve oteller bu aperatif tamamlayıcı ürün grubuna giren salata sosları için önemli bir pazardır. Akdeniz ülkeleri, Kuzey Amerika ülkeleri ve bazı Avrupa ülkelerinde tüketicilerin duyuşal tercihlerine göre üretilen kendilerine has özellikte salata sosları vardır. Salata sosları; yapısında çoğunlukla bitkisel yağ içermesi, ısı işlem görmemesi ve soğuk olarak tüketilmesi bakımından, soğuk pres yağların kullanımı ve bu yağların proses esnasında ve sonrasında fonksiyonel özelliklerini koruması için uygun bir ürün niteliği taşımaktadır. Salata soslarının üretilmesiyle birlikte soğuk pres yağların değerlendirilmesi bu ürünleri üreten üreticiler için alternatif bir ürün kaynağını oluşturacaktır. Bu sayede son yıllarda üreticilerin rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için, yeni kaynak arayışı içinde olduklarını düşündüğümüzde gerekli alt yapıya sahip olan soğuk pres yağ üreticileri için bu durum önemli bir fırsat niteliği

taşıyacaktır. Bunun yanı sıra tüm dünya genelinde tüketiciler diyetlerinde salata tüketimine ilgi artışı göstermiş ve bu artışa bağlı olarak ise salata sosları tüketimi de artmıştır. Özellikle hazır gıda satışı yapan fast-food firmalar, lokantalar ve oteller için salata sosları olmazsa olmaz alternatif ürünler içinde yer almıştır.

Ülkemizde de salata soslarına yönelik ilgi her geçen gün artmasına rağmen, kendi damak tadımıza uygun bir ürün imalatı henüz gerçekleştirilebilmiş değildir. Dolayısıyla bu alanda değerlendirilmesi gereken hem büyük bir pazar, hem de ticari olarak önemli bir pazar açığı bulunmaktadır. Bu çalışmamızın bahsetmiş olduğumuz nitelikteki salata soslarının üretimine bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ülkemiz damak tadına uygun üstün nitelikli salata soslarının üretiminde birçok parametrenin göz önünde tutulması gerekmektedir. Salata sosları orta ve düşük yağ içerikli su içerisinde yağ emülsiyonudur. Bu açıdan bakıldığında üretilen salata sosunun emülsiyon ürünlerde olması gereken tüm kalite kriterlerini karşılaması gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada emülsiyon ürünlerin kalite özelliklerini yansıtan parametrelerde incelenecektir.

Salata sosunun kalitesinin belirlenmesinde formülasyonunda kullanılan bileşenlerin doğrudan etkileri vardır. Bunlardan stabilizatör, yağ ve emülgatörler ürünün yapısal özelliklerinde birinci dereceden rol aldıklarından öncelikle bu bileşenlerin oranlarının istenilen düzeyde yapısal özelliklere sahip ürünün üretebilmesi için mutlaka optimize edilmesi gerekmektedir (Mantzouridou ve ark. 2013). Emülgatörler, salata sosu gibi su içerisinde disperse olmuş yağ emülsiyonlarında yağ-su ara yüzey gerilimini düşürerek emülsiyon kararlılığında başlıca rol oynarlar. Emülgatörlerin miktarının doğru bir şekilde ayarlanması emülsiyon kalitesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Emülgatör miktarı yağ partikül çevresinde film oluşturabilecek konsantrasyona ulaşması gerekmektedir. Emülgatör konsantrasyonu bu seviyede olmazsa yağ partikülleri arasında bir etkileşim başlar ve depolama sırasında emülsiyon stabilitesinde düşme gözlenir. 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 düşer (McClements 2005; Drakos ve Kiosseoglou 2008). Stabilizatör maddeler ise sürekli fazda su ile etkileşime geçerek sürekli fazın viskozite ve diğer viskoelastik özelliklerinde artışa neden olur (Dickinson 2003; Sikora ve ark. 2008; Ma ve ark. 2013). Bu durum disperse durumdaki yağ partiküllerinin sürekli faz içerisindeki hareketliğini

azaltır ve emülsiyon stabilitesinde bir artış gözlenir. Ayrıca stabilizatörlerin çoğunlukla salata soslarında olduğu gibi asidik pH değerlerinde negatif yüke sahip olması zeta potansiyelinin artışına neden olur ve partiküller arasında elektrostatik itme kuvveti sayesinde kararlı bir dispersiyon yapısı oluşur (Hosseini-Parvar ve ark. 2016). Bu olumlu yönlerinin yanında stabilizatörlerin aşırı konsantrasyonlarda kullanımı sürekli fazın viskozitesinde ciddi bir artış ortaya koyar ve ürünün akış davranış özellikleri, viskoelastik özellikleri ve toparlanma özelliklerinde bozulmalar gözlenir. Bunun için stabilizatör miktarının mutlaka belirli sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Bu yüzden akış davranış özelliği, tüketim kalitesi ve emülsiyon stabilitesi yüksek bir salata sosu için bu bileşenlerin konsantrasyonlarının optimizasyonu kaçınılmazdır (Ma ve ark. 2013).

Yapısal özelliği yansıtan en önemli kalite kriteri ürünün akış davranış ve dinamik reolojik özellikleridir. Bu araştırmada öncelikle ticari olarak üretilen salata sosu ürünlerinin dinamik ve akış davranış reolojik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre yukarıda bahsi geçen bileşenlerin optimizasyonu bu veriler baz alınarak yapılmıştır.

Deneysel olarak elde edilen veriler baz alınarak istatistik programlarının yardımıyla belirlenen optimum koşulların mutlaka doğruluğunun test edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla optimum olarak belirlenen konsantrasyonlarda ürünün üretilip bazı kalite özelliklerinin test edilmesi gerekmektedir. Salata sosları gibi emülsiyon ürünler için başlıca kalite parametreleri fizikokimyasal, yapısal toparlanma, iyonik yük dengesi (zeta potansiyeli), partikül boyutu ve emülsiyon stabilitesidir (Sikora ve ark. 2008; Hosseini-Parvar ve ark. 2016). Araştırmamızda salata sosları yanıt yüzey yöntemi metoduna göre bulunan formülasyonlarda üretimi yapılmış ve ticari örneklerle kıyaslanmıştır. Böylece salata soslarının kaliteli bir emülsiyonun oluşumu hakkında çok önemli fikirler veren zeta potansiyeli, partikül boyutu ve emülsiyon stabilitesi testleriyle emülsiyonun başarısı ve optimum formülasyonda üretilen ürünün ticari olarak üretilip üretilmeyeceği hakkında bir fikir sahibi olunmuştur.

Stabilite testlerine ilave olarak tüketim kalitesi hakkında da fikir veren analizlerin yapılması salata sosları için oldukça önemlidir. Hem tüketim kalitesi, hem de tiksotropik karakter özelliğini belirlemeye çalışan yöntemler vardır. Tiksotropi gıdaların zamana bağlı olarak viskozite gibi reolojik özelliklerindeki değişimi inceleyen bilim dalıdır (Abu-Jdayil 2003). Gıdalar gerek üretimleri sırasında, gerekse de son ürün haline geldikten sonra belirli bir zaman sürecinde karıştırma, taşıma ve pompalama gibi değişik proseslere maruz

kalmaktadır. Bu prosesler sürecinde gıdalardaki viskozite değişiminin farklı reolojik tekniklerle simülasyonu sağlanmaktadır. Bunlardan birisi de sabit kesme hızında viskozite değişiminin gözlenmesidir. Bu teknikte ani uygulanan kuvvetlerde gıdanın yapısında meydana gelen deformasyon ve bu deformasyonun kalıcı mı yoksa geçici mi bir deformasyon olduğu noktasında kesin bir bilgi vermemektedir (Toker ve ark. 2015). Salata sosları üretimleri sırasında homojenizasyon gibi işlemlerde sabit karıştırma işlemlerine maruz kalmakta, üretildikten sonra ise tüketim öncesinde de çalkalama veya pompalama gibi sabit olmayan ani bir deformasyona maruz kalabilmektedir. Bu deformasyon sonrasında ürün deformasyon öncesi reolojik konumuna ulaşabilmesi diğer bir ifadeyle toparlanabilmesi salata sosları için çok önemli bir niteliktir.

Sürünme toparlanma testi (creep-recovery) salata soslarının belirli bir deformasyona veya kuvvete (sabit kayma gerilimi) maruz kaldıktan sonra kendini ne kadar toparlayabileceğini simule eden bir reolojik testtir (Dolz ve ark. 2008). Ancak bu testte deformasyon ve kuvvet değeri ani bir deformasyonu veya kuvveti ifade etmez. İlave olarak bu deformasyon ve kuvvet gıdanın yapısında kalıcı deformasyona neden olmayan lineer viskoelastik bölgede uygulanan değerlerdir. Oysa gıdalara uygulanan her deformasyon ve kuvvet bu bölgede uygulanmaz. Bu nedenle ani ve lineer viskoelastik bölgenin dışında olan bir deformasyonu, kuvvet uyguladıktan sonra gıdanın yapısındaki toparlanmayı ifade eden bir teste ihtiyaç vardır. 3-ITT test bu saydığımız özellikleri ortaya koyan çok önemli bir testtir. Bu testin gıdalarda uygulanması daha önceki bir çalışmamızda mayonez örneğinde uygulanmıştır (Toker ve ark. 2015). Bu çalışmayla birlikte salata soslarına ilk defa 3-ITT test uygulanmıştır. Bu açıdan çalışmamız bu anlamda da önemli bir yenilik içermektedir.

Salata sosunun reolojik özelliklerine emülgatör, yağ ve stabilizatör oranının etkisinin belirlenmesi ve en uygun formülasyonun belirlenmesi emülsiyonunun fiziksel ve kimyasal stabilitesi açısından oldukça önemli olmasına rağmen, tüketici beğenisinin tamamen karşılanması için yetersizdir. Bunun için fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin de iyileştirilmesi gerekmektedir. Çalışmamızda farklı baharat, yağ ve asitlik verici ajan kullanılarak farklı duyuşal özelliklere sahip salata sosları üretilmiştir. Son olarak stabilite özellikleri iyileştirilmiş ve duyuşal nitelikleri iyileştirilmiş salata sosu için gerekli parametrelerin belirlenmesinden sonra ürünün ticari olarak üretim potansiyelinin araştırılması gerekmektedir. Bu amaçla oksidatif stabilite, mikrobiyal gelişim ve emülsiyon stabilitesinin depolama süresince test edilmesi gerekmektedir. Salata sosları pastörizasyon işleminden sonra

mikroorganizma gelişimi açısından güvenli gıda grubunda sınıflandırabilir (ICMSF 2005). Ancak üründe depolama sırasında asitlik artışı ve oksidasyon gözlenme olasılığı oldukça yüksektir. Bu fizikokimyasal olaylar salata sosu gibi yağ içeren ürünlerde önemli duyuşsal kayıplara yol açar ve ürünün raf ömrünü düşürür (Berton-Carabin ve ark. 2014).

Bu çalışmanın başlıca amacı soğuk pres yağların salata soslarında kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. Bu amaçla bu yağlardan elde edilecek salata soslarının reolojik özelliklerini ticari olarak üretilen salata soslarını baz alarak farklı formülasyonlar kullanarak optimize etmek ve bu formülasyona göre üretilen ürünlerin duyuşsal, fizikokimyasal özelliklerini ve raf ömrü düzeylerini iyileştirilecektir. Farklı formülasyonlar kullanarak reolojik özelliklerin optimizasyonundan sonra ürünün duyuşsal, emülsiyon stabilitesi, oksidatif stabilite, raf ömrü ve fizikokimyasal niteliklerine kullanılan baharat, asitlik verici ajanlar, yağların etkileri incelenmiştir. Böylece en üst seviyede yapısal niteliklere ve stabiliteye sahip duyuşsal yönden de ülkemiz damak tadını karşılayabilen ürünlerin üretim parametreleri belirlenmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Emülsiyonların genel özellikleri

Emülsiyonlar birbiri içerisinde karışmayan iki sıvının bir tanesinin diğeri içerisinde küçük partiküller halinde disperse olmuş karışımlarına verilen isimdir. Yüksek kalite, stabilite ve duyuşsal özelliklere sahip emülsiyonların üretiminde bu iki fazın etkili bir şekilde karıştırılması oldukça önem taşımaktadır. Emülsiyonda diğeri sıvının içerisinde damlacıklar halinde dağılım gösteren faz disperse faz, iç faz veya süreksiz faz, diğeri sıvı damlacıklarının etrafını saran faz ise mobil faz, sürekli faz veya dış faz olarak isimlendirilir (McClements 2005).

Emülsiyonlar gıda teknolojisinde daha çok yağ ve su emülsiyonları şeklinde karışımıza çıkmaktadır. Emülsiyonda eğer yağ damlacıkları sulu faz içerisinde disperse olmuşsa bu su içerisinde yağ emülsiyonu (yağ/su) tersi durumda ise yağ içerisinde su emülsiyonu şeklinde isimlendirilmektedir. Her iki emülsiyon tipine ait gıda teknolojisinde birçok ürün karışımıza 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 ürünlerdir (McClements 2005).

Emülsiyonlar farklı fazların birbirleri içerisindeki disperse olma durumlarına göre sınıflandırıldıkları gibi disperse fazın partikül boyutuna göre de sınıflandırılabilirler. Gıda teknolojisinde emülsiyonların partikül boyutu 0,1-1000 µm arasında değişmektedir. Partikül boyutu 10-100 nm arasında değişen emülsiyonlar nano emülsiyonlar, 100-1000 nm arasında olanlar ise mikro emülsiyonlar ve 1000 nm-1000 µm arasında olanlar ise makro emülsiyon olarak isimlendirilirler. Bunun yanında ileri teknolojiler sayesinde emülsiyonların gıdadaki fonksiyonunu artırmak için kompleks emülsiyonların oluşumu da söz konusu olabilir. Bu durumda emülsiyonlar yağ/su/su (O/W/W), su/yağ/su (O/W/O) ve yağ/su/yağ (O/W/O) şeklinde oluşturulabilir (Şekil 2.1).

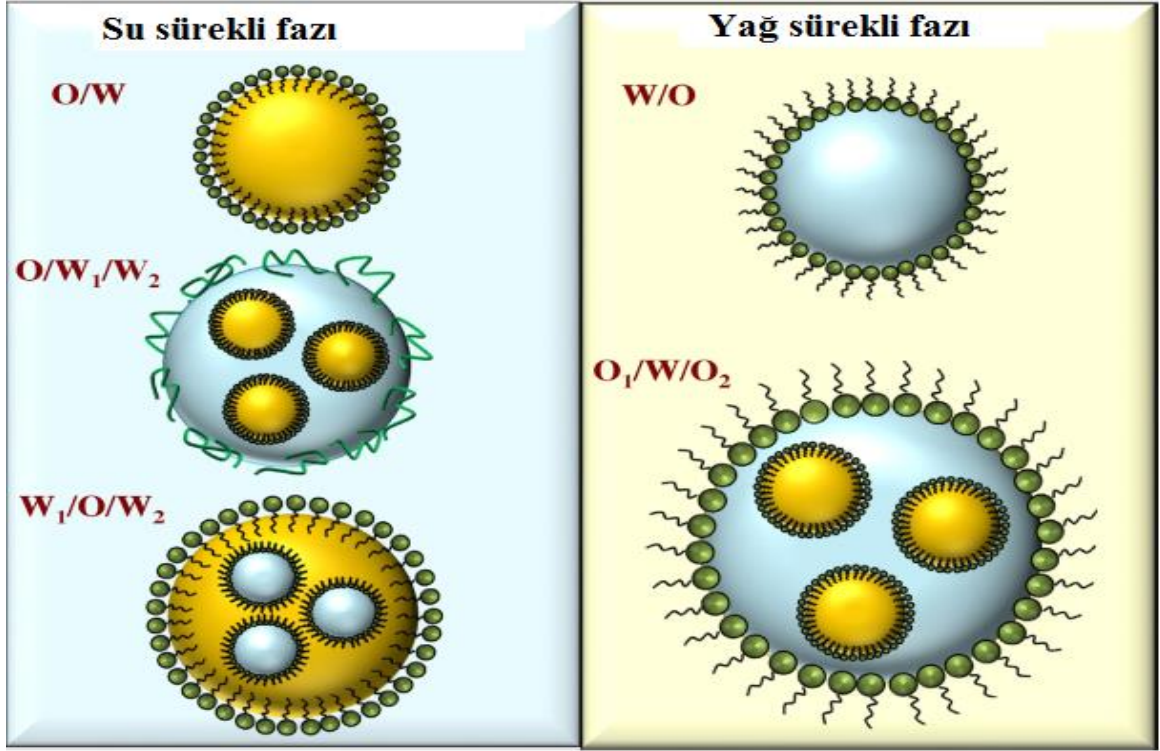
Emülsiyon gıdaların üretiminde yukarıda da ifade edildiği gibi sürekli faz ve disperse faz olmak üzere iki farklı fazlar oluşur. Bu fazların özellikleri emülsiyonların fizikokimyasal özeliğini, stabilitesini ve duyuşsal niteliğini önemli şekilde etkiler.

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 (TEM), ışık mikroskobu gibi sistemlerle belirlenebilmektedir. Disperse yük yoğunluğu da emülsiyon stabilitesinin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Özellikle damlacık yüzeyinde ve çevresindeki yük potansiyeli partiküllerin birleriyle etkileşimlerini etkilemekte ve emülsiyon stabilitesi etkileyen fizikokimyasal mekanizmaların gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır. Emülsiyonların yük yoğunluğu genellikle zeta ( $\zeta$ ) potansiyeli şeklinde 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 yoğunluğundaki değişime neden olurlar. Sürekli faz içerisinde 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 oranlarının optimize edilmesi gerekir.

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, duyuşsal ve emülsiyon stabilitesi özelliklerine kritik 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.

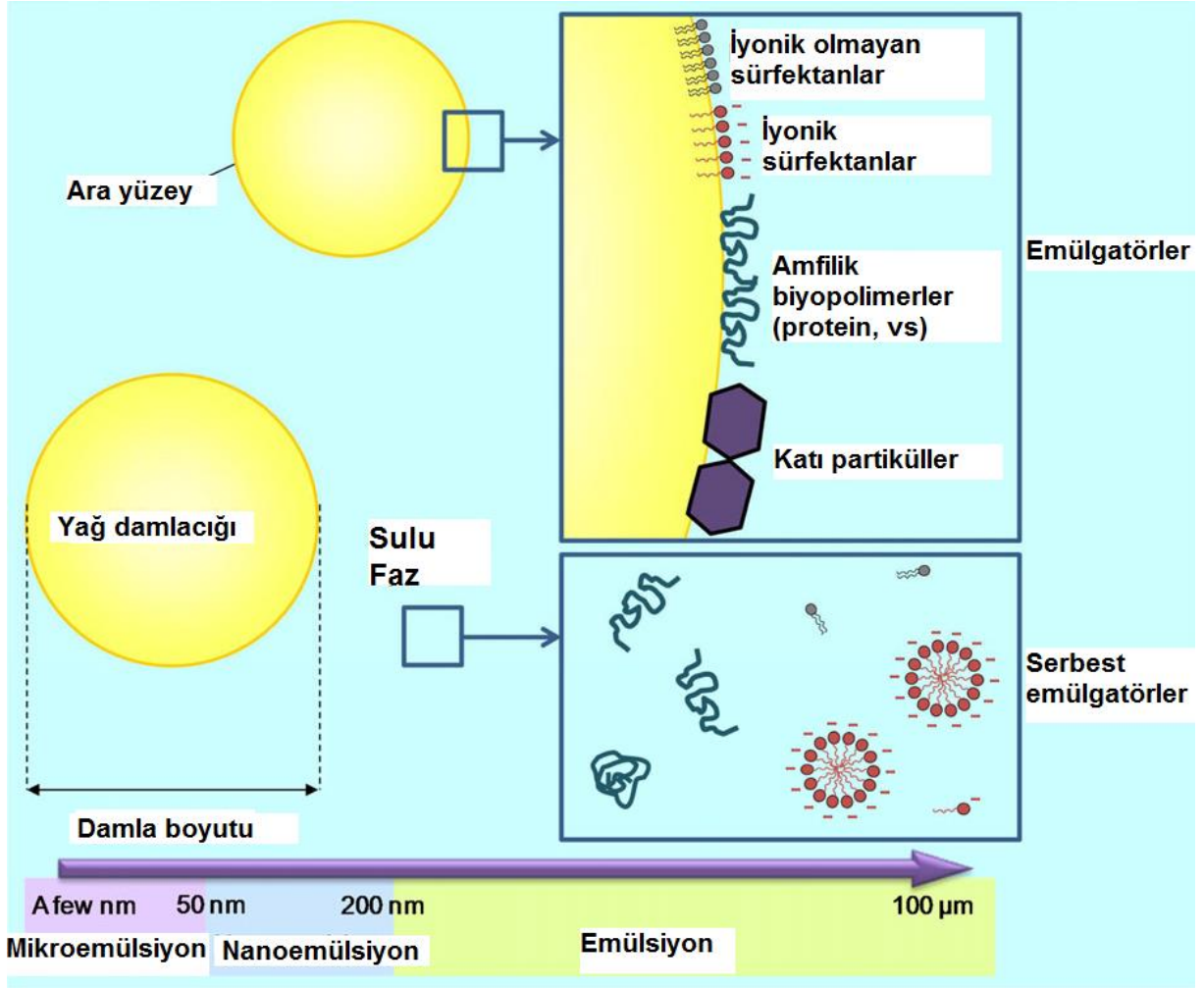




Şekil 2.1 Gıda teknolojisindeki emülsiyonların yapısı (Chung ve McClements 2014).

## 2.2. Salata sosu formülasyonunda kullanılan bileşenler

Salata sosu ve mayonez gibi ürünler temel olarak yağ, emülgatör ve stabilizatör gibi maddeleri içerse de, formülasyonlarında yağ ve suda çözünen birçok bileşen kullanılabilir. Her bir bileşen emülsiyon tipi ürünlerin fiziksel, duyuşal ve mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesinde önemli role sahiptir (Chung ve McClements 2014). Salata sosu gibi ürünlerde yağ, emülgatör ve stabilizatör gibi ürünler emülsiyonun stabilitesi, partikül boyutu, morfolojik özellikleri ve kıvam, viskozite ve viskoelastik yapı gibi reolojik özellikleri, baharat gibi çeşniler duyuşal niteliği, sirke ve antimikrobiyal maddeler ise ürünün raf ömrü niteliğini etkilemektedir. Her bir bileşen ayrı ayrı bu saydığımız özelliklere katkı sağlamalarının yanında birbirleriyle olan interaksyonu da son ürün kalitesi açısından oldukça önemlidir. Aşağıda salata sosu formülasyonunda kullanılan bileşenlerin ürün kalitesi üzerine etkileri ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.



Şekil 2.2. Yağ su emülsiyonlarının genel özellikleri ve bileşenlerinin şematik gösterimi (Berton-Carabin ve ark. 2014)

### 2.2.1. Su

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 tayin eder. Bu nedenle bu tarz emülsiyon ürünlerin formülasyonunun oluşturulmasında ve ürünlerin hazırlanmasında sulu fazın hareketliliği göz önünde tutulur. Bu durum nispeten daha az yağ içeren salata sosları için daha önemlidir. Sulu fazın hareketliliği birçok kez hidrokolloidlerin su içerisinde çözündürülmesiyle kontrol edilir. Bunun yanında mikrobiyal yönden de su miktarı ve formu

salata sosları için çok önemlidir. Su aktivitesinin düşük olması bilindiği üzere gıdalarda raf ömrü açısından çok önemli bir özelliktir. Yağ içeriğine bağlı olarak salata soslarının  $a_w$  değeri 0,93-95 olarak bildirilmiştir (Ma ve Boye 2013).

### **2.2.2. Yağ**

Salata sosunun reolojik, tekstürel, stabilite (emülsiyon ve oksidatif stabilite) ve duyuşal özelliklerini etkileyen en önemli bileşenlerin başında yağlar gelmektedir. Salata sosu içeriğinde yağ çeşidi ve miktarı çok fazla değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte formülasyondaki yağ oranı mayoneze kıyasla daha az olup %20-45 arasında değişir (Paraskevopoulou ve ark. 2007). Yağ çeşidi olarak ise kanola, soya, mısır, zeytinyağı, ayçiçeği yağı gibi bitkisel yağlar tercih edilir.

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 aşığısına düşmesi ürün stabilitesini azalmakta, yağların sağlamış olduğu yapıyı hidrokolloidler gibi diğer maddeler kullanılarak telafi edilmeye çalışılmaktadır (Dickinson 2003). Tekstürel ve yapısal özelliklerin yanı sıra ürünün duyuşal özelliğini de yağ çeşidi ve yağ içeriği doğrudan etkileyebilir. Bununla birlikte yağlar yağda çözünebilen vitaminler, renk maddeleri ve antioksidanlar gibi diğer biyoaktif bileşenlerin de önemli bir taşıyıcıları konumundadır. Yağ içeriğinin artış göstermesi ürünün raf ömrünü de önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Yağ içeriğinin artmasıyla birlikte mobil faz olarak nitelendirdiğimiz sulu fazın miktarının azalması su aktivitesinin azalmasına dolayısıyla mikrobiyal açıdan raf ömrünün artışına fayda sağlayacaktır. Ayrıca son yıllarda yaşamsal kalitenin artmasıyla birlikte yağ tüketiminin bazı sağlık sorunlarına neden olacağı düşüncesiyle yağı azaltılmış ürünlere doğru bir eğilim söz konusudur. Son yıllarda yağı azaltılmış salata sosu üretimine yönelik çalışmalar daha da hız kazanmıştır (Ma ve Boye 2013).

### **2.2.3. Emülgatörler**

Emülsiyonlar yağ ve su arasındaki yoğunluk farkı ve her iki molekül arasında da yüzey geriliminin olması nedeniyle termodinamik olarak stabil olmayan yapıya sahiptirler. Yağ /su emülsiyonlarında yağ parçacıklarının küçük damlacıklar halinde su içerisinde disperse olması ve birbiriyle interaksiyona geçmeden uzun bir müddet kararlı dispersiyonlar

oluşturmaları gıda teknolojisi açısından oldukça önemlidir. Termodinamik olarak kararlı emülsiyonların oluşturulmasında yüzey gerilimini ve sürekli fazın hareketliğini azaltan emlđatr ve stabilizatörler gibi maddelere ihtiyaç duyulmaktadır. Emlđatrler yağ ve su arasındaki yüzey gerilimini azaltarak yağ damlacıklarının agregasyonunun önlenmesi ve yağ damlacıklarının mobil faz içerisinde daha kararlı bir şekilde disperse olmasında önemli role sahiptirler. Bu durum emlđatrn çeşidine ve fonksiyonuna göre değişmekle birlikte emlđatrlerin yağ damlacıkları çevresinde konumlanıp suyla interaksiyona geçerek bir köprü niteliği taşımasıyla açıklanabilir (Dickinson 2009). Emlđatrlerin iyi bir emülsiyon oluşturma kapasitesi hidrofobik lipofobik denge değerleri (HLB), konsantrasyonları ve yayılım gösterebilme kapasitelerine göre değişse de başarılı bir emülsiyon eldesi emlđatrlerin birçok fizikokimyasal özelliğiyle yakından ilişkilidir (Ozturk ve McClements 2016):

1. **Yüzey aktif zellik:** Emlđatrler yapılarındaki polar ve polar olmayan gruplara sahip olması sayesinde yağ/su arasındaki yüzeyde kolayca tutunabilmelidirler.
2. **Tutunma kinetiği:** Emlđatrler homojenizasyon sırasında damlacık yüzeyine hızlı bir şekilde tutunarak yüzey gerilimini düşürüp agregasyonu önlemesi gerekir
3. **Ara yüzey gerilimini düşürme özelliği:** Yağ ve su ara yüzeyine tutunan emlđatrler bu bölgedeki gerilimi hızla düşürmelidir. Ara yüzey geriliminin düşmesi homojenizatrlerin damlacıklara olan etkisini kolaylaştırmaktadır.
4. **Stabilite sağlama:** Emlđatrler damlacıkların çevresinde sterik ve elektrostatik itme kuvvetleri gibi bir itici kuvvet uygulayarak damlacık agregasyonunu nlemelidirler. Emlđatrler stabilizatör ve diğer bileşenlerle interaksiyona girerek damlacık çevresindeki yk potansiyelini (zeta ve yüzey potansiyeli) artırarak itme kuvveti uygularlar. Bu durum elektrostatik bir etkiyle damlacıkların birbirlerine yaklaşmalarını önler.
5. **Yüzey kaplama:** Emlđatr miktarı tüm damlacıkların yüzeyini kaplayacak miktarda olması gerekmektedir. Damlacık sayısı ve yüzey yükü artıkça gerekli emlđatr oranı artacaktır. Bu iki yüzeyin yeterince emlđatrle doyurulması gerekmektedir.

Salata sosu formülasyonunda birçok emülgatör madde kullanılabilir. Yumurta sarısı tozu, lesitin, mono ve digliseridler, bitkisel bazlı proteinler (Nişasta esterleri, polysobatlar), süt kaynaklı proteinler (kazein, serum proteinleri) ve bazı hidrokolloidler (gam arabik) başlıca emülgatör maddelerdir.

### **2.2.3.1. Yumurta sarısı**

Yumurta sarısı emülgatör özelliğinin yanı sıra fonksiyonel özellikleri ve organoleptik özelliğinden dolayı birçok gıdanın içeriğinde kullanılmaktadır. Yumurta sarısı plazma ve granül olmak üzere iki temel yapıdan oluşur. Plazma, yumurta sarısının %78'lik kısmını oluşturur. Plazmanın yaklaşık %85'i LDL %15 ise livetinin proteininden oluşmaktadır. Granülün ise %50 si protein (fosfitin) ve %7 si yağdan oluşur. Plazma ve granül bölümlerinin emülgatör özellikleri birbirinden farklıdır (Anton 2013).

Salata soslarında yumurta sarısı doğrudan sıvı yumurta şeklinde veya toz formda uygulanabilmektedir. Kullanım şekli yumurta sarısının emülsiyon oluşturma kapasitesini de önemli derecede etkilemektedir. Yumurta sarısı lipo-proteinlerinin iyi bir emülsiyon oluşturma kapasitesi esnek bir yapı, yağ ve su arasında iyi bir interaksiyon oluşturma ve yüzey geriliminin azaltılmasıyla açıklanabilir (Anton ve ark. 2000).

Yumurta sarısı 2:1 lipit: protein oranına sahiptir. Yumurta sarısının emülgatör özelliği yapısındaki fosfolipit lipo-protein kompleksinden ileri gelmektedir. Bu kompleks yapının konfigürasyonu ve emülsiyon oluşturma kapasitesi pH, sıcaklık ve iyonik güç gibi birçok faktörle değişebilir (Anton 2013; Ma ve Boye 2013). Özellikle pastörizasyon sıcaklığında uygulanan ısı işlem yumurta sarısının emülgatör özelliğinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmamaktadır. Özellikle LDL yapısından kaynaklanan bir jel oluşumu emülsiyonun viskoelastik özelliklerinde de olumlu sonuçlar vermektedir (Anton 2013). Yapılan bir araştırma da yumurta sarısının emülsiyon oluşturmada önce 68 °C 11 dakika ön ısıtmaya tabi tutulmasıyla yağ partikül boyutunda herhangi bir ısı işlemine maruz kalmayan yumurta sarısına göre önemli bir düşüş (%40) sağladığı bildirilmektedir (Guilmineau ve Kulozik 2007). Özetle diyebiliriz ki yumurta sarısı pastörizasyon sıcaklığında emülgatör özelliğinde bir azalma olmadığı için pastörizasyona tabi tutulan ürünlerde de başarılı bir şekilde emülgatör olarak kullanılabilen bir maddedir.

Granül yapısı ve plazma yapısının pH ve sıcaklık koşullarından farklı şekillerde etkilenmesi iki yapının emülsiyon oluşturma kapasitesini doğrudan etkilemektedir. Örneğin pH aktörünü göz önünde tuttuğumuzda plazma yapısının granül yapısına emülgatör özelliği açısından üstünlük kurduğunu göstermektedir. pH değişimi plazma yapısının emülgatör özelliğini değiştirmezken, granül yapısının emülgatör niteliğini doğrudan etkilemektedir. Örneğin düşük pH da plazma ve tüm yumurta sarısı kullanılarak elde edilen emülsiyonda partikül çapı oldukça düşük ve stabil emülsiyonlar elde edilirken; granül yapısının ancak nötr pH da istenilen emülsiyon oluşturma niteliğine ulaşılmaktadır (Anton 2013).

### **2.2.3.2. Düşük moleküllü surfektanlar**

Bu gruba yağ asitlerinin mono ve digliseritleri, nişasta ve sakaroz esterleri ve polisorbitat gibi maddeleri dahil edebiliriz. Bilindiği üzere mono ve digliseridler gıda sanayinde en fazla kullanılan emülgatör maddelerdir. Mono ve digliseridler yapılarındaki hidrofilik ve hidrofobik gruplar sayesinde yağ/su arasındaki interaksiyonu artırarak yüzey geriliminin azaltılması ve yağ damlacıklarının daha küçük parçacıklar halinde su içerisinde kararlı bir şekilde disperse olmalarını sağlamaktadır. Özellikle hidroksil grubunun asetil gruplarla, suksinik asit, laktik asit gibi gruplarla yer değiştirmesi sayesinde emülsiyon oluşturma kapasitesinde iyileştirmeler de sağlanabilir. Genellikle küçük moleküllü surfektanların uzun süreli kararlı emülsiyon oluşturma güçleri diğerlerine göre daha zayıf olarak değerlendirilebilir. Bu maddelerin salata soslarının seçiminde birbiriyle olan sinerji etkileri, konsantrasyonları ve protein gibi diğer moleküllerle olan interaksiyonları da göz önünde tutulması gerekmektedir (Ma ve Boye 2013).

### **2.2.3.3. Proteinler**

Salata sosu gibi orta düzey yağ içeren emülsiyon ürünlerde farklı kaynaklardan elde edilen proteinlerin emülgatör özelliğinden faydalanılabilir. Proteinlerin kararlı bir emülsiyon oluşturma gücü yüzey aktif özelliklerine, çözünürlüklerine ve diğer bileşenlerle olan etkileşimlerine bağlı olarak değişir. Bununla birlikte ortamın pH'sı, yük dengesi ve sıcaklık gibi faktörler de emülsiyon gücünü ve kararlılığını doğrudan etkilemektedir. Gıda sanayinde proteinlerin emülsiyonları stabilize etme yetenekleri emülsiyon oluşturma yetenekleri kadar önemlidir (Dickinson 2003; Sikora ve ark. 2008; Dickinson 2009).

Emülsiyonların stabilizasyonu ve destabilizasyonlarında iyonik güçler, elektrostatik etkileşimler ve van der Waals etkileşimleri rol oynar. İzoelektrik noktanın uzağındaki pH değerlerinde proteinler belirli derecede yüke sahiptirler. Bu durumda disperse olmuş moleküllerin bir araya gelmeleri engellenebilir. Proteinlerin emülsiyonları stabilizasyonuna katkısındaki başlıca mekanizma sterik mekanizmadır. Disperse olmuş moleküllerin oluşturduğu damlacıklar ile proteinler arasındaki interaksiyonlar, ortamdaki yük dengesinden etkilenmektedir. Bu yüzden ortamın yük dengesinin ortam bileşenlerinin ve pH'nın proteinlerin emülsiyon yeteneklerinin değerlendirilmesinde mutlaka dikkate alınmalıdır. Genel anlamda ortamda yeterli protein konsantrasyonu varsa ara yüzeyde adsorblanan protein oranı artıp stabil emülsiyonlar oluşturulabilir (Singh ve Ye 2008).

#### **2.2.3.3.1. Süt proteinleri**

Mayonez ve salata sosu gibi ürünlerde süt proteinleri kullanılarak güçlü emülsiyonlar elde edilebilir. Örneğin *nutrilak*, salata sosu gibi sirke içeren asitli ürünlerde ısıtma işlemi uygulanmayan ürünlerde ve düşük ısıtma işlemi uygulanan ürünlerde de yüksek viskoziteli ürünlerin oluşmasına yol açar. Bu durum süt proteinlerinin ısıtma işlemi uygulandığında da emülgatör etkilerini sürdürebildiklerini göstermektedir (Sikora ve ark. 2008).

Emülsiyonlar birçok flokülasyon durumuna karşı oldukça duyarlıdır. Protein konsantrasyonunun yeterli olmadığı, yağ damlacıkları çevresinde yeterince protein filminin oluşmadığı şartlarda köprü flokülasyonu (*bridging flocculation*) meydana gelir. Bu durumda serum ayrılması veya faz ayrılması gerçekleşir.

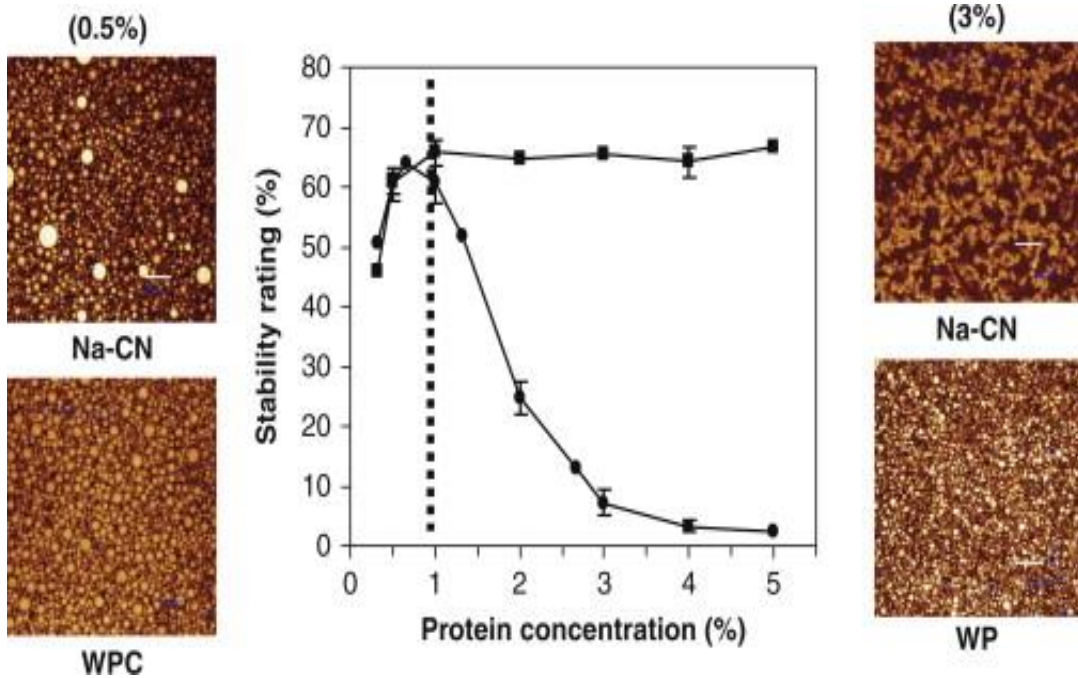
Köprü flokülasyonu, süt proteinlerinin kullanıldığı emülsiyonlarda daha çok agregasyona uğramış süt proteinlerinin kullanımından ileri gelmektedir. Bu durumda agregasyona uğramış sodyum kazein gibi süt proteinleri bir bağ oluşturarak damlacıkların birleşmesine neden olur. Optimum düzeyde bir emülsiyon stabilitesi sağlamak ancak yeterli derecede protein varlığında gerçekleşebilir. Bu konsantrasyonu ara yüzeyde adsorblanan proteinlerin doymuşluğu miktarı olarak tanımlayabiliriz.

Yüksek derecede protein içeren emülsiyonlarda adsorbe olmayan protein molekülleri ortaya çıkar. Bu adsorbe olmayan protein molekülleri başka bir flokülasyon tipi olan tükenme

flokülasyona (depletion flocculation) neden olur. Her iki flokülasyon tipi de emülsiyon stabilitesini zayıflatır ve yüzeyde kremleşmeye neden olur (Singh ve Ye 2008).

Bu duruma en iyi örnek sodyum kazeinatın kullanıldığı emülsiyonlarda görülmektedir. Sodyum kazeinat miktarı doyumluk noktasından sonrası geçtikten sonra depletion flokülasyonu meydana gelmektedir. Bu durum partikül çapının artmasına, emülsiyon yapısının zayıflamasına ve sonucunda da emülsiyon stabilitesinde azalmaya neden olmaktadır. Aynı durum kalsiyum kazeinata gözlemlenmemektedir. Doyumluk noktasından sonra sodyum kazeinat konsantrasyonunda artış olmasına karşın emülsiyon stabilitesinde herhangi bir azalma gözlemlenmemiştir. Bu durum aşağıda net olarak ifade edilmiştir (Singh ve Ye 2008).

Şekilde görüleceği üzere sodyum kazeinat konsantrasyonu %2 civarındayken emülsiyon stabilitesinde bir azalma gözlemlenmezken sodyum kazeinat konsantrasyonu %3 seviyesine geldiğinde depletion flokülasyonu meydana gelmekte, partikül çapında artış oluşmakta ve emülsiyon stabilitesi azalmaktadır. Şekil 2.3.'de de görüleceği üzere aynı durum kalsiyum kazeinata gözlemlenmemektedir.



Şekil 2.3 Süt proteinlerinin emülsiyon stabilitesine etkisi (Singh ve Ye 2008).



Yüksek derecede polar olmayan gruplar içeren proteinlerin yüzey aktif özellikleri daha düşük polar grup içeren proteinlere göre daha fazladır (Dickinson ve McClements 1995). Proteinlerin yüzey aktif özelliklerine göre şu şekilde sıralanabileceği bildirilmiştir:  $\beta$ -kazein > mono dispers kazein > serum albumini >  $\alpha$ -laktoalbumin >  $\alpha_s$  kazein = $\kappa$  kazein >  $\beta$ -lakto globulin (Mulvihill ve Fox 1989).

Serum proteinleri ve serum proteinleri izolatları salata soslarının üretiminde bir stabilizatör varlığında başarılı bir emülsiyon oluşturma amacıyla kullanılabilir. Özellikler serum proteinlerinin lipaz ile muamale edilmesiyle oluşan izolatların emülgatör özellikleri çok daha güçlüdür. Sodyum kazeinat serum proteinleri izolatları gibi güçlü bir emülgatör özelliğine sahip fosfoproteindir. Yapılan bir araştırmada kanola çekirdeğinden elde edilen gamla sodyum kazeinatın kullanılmasıyla elde edilen emülsiyonun zeta potansiyeli, partikül boyutu, reolojik özellikleri ve emülsiyon stabilitesi gibi özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar %1 oranında kanola gamı içeren kompleksin kullanımıyla düşük partikül boyutu, yüksek zeta potansiyeli ve yüksek emülsiyon stabilitesine sahip bir emülsiyonun oluşturulabileceğini göstermektedir (Zhao ve ark. 2015)

#### **2.2.3.3.2. Bitkisel kaynaklı proteinler**

Soya fasulyesi, mercimek, acı bakla (lupin) gibi bitkilerden elde edilen protein izolatların emülgatör özelliklerinden dolayı salata soslarında kullanılabilirler. Salata sosunun pH değerinin düşük olması (3,5-4) bitkisel proteinlerinde emülgatör olarak kullanımını sınırlamaktadır. İzoelektrik noktası bu değerler dışında olan bitkisel proteinlerin kullanılması pH faktörünün olumsuz etkisini gidermektedir.

Yapılan bir araştırmada farklı pH ve sıcaklık değerlerinin %6 fasulye proteini içeren %65 yağ/su emülsiyonunun reolojik özellikleri ve partikül boyutuna etkisi incelenmiştir. pH değerleri 3.5 ve 7 değerleri arasında seçilmiştir. Emülsiyonun viskozitesi ve viskoelastik değerleri fasulye proteinin izoelektrik noktasına kadar (pH 5,3) sürekli bir artış gösterirken, partikül boyutunda sürekli bir azalma gözlenmiştir. pH değeri izoelektrik noktanın üzerine çıktığında ise reolojik değerlerde azalma, partikül boyutunda ise artış gözlemlenmiştir (Franco ve ark. 2000). Bu durum pH değişimiyle birlikte proteinlerin emülgatör özelliklerinde önemli bir değişim göstereceğine işaret etmektedir.

Farklı bir araştırmada ise %50 ayçiçeği yağı ve %3 pirinç proteini izolatu içeren emülsiyonun ara yüzey özellikleri ve partikül boyutu gibi nitelikleri üzerine pH (2 ve 8) ve ara yüzeyde adsorblanan protein konsantrasyonunun etkisi incelenmiştir (Romero ve ark. 2012). pH'2 de aynı protein konsantrasyonlarında elde edilen ara yüzey gerilimi değeri pH'8 de elde edilen değerdn daha düşüktür. Bu durum asidik ortamda yüzey gerilimin daha az olduğu yani emülsiyonun daha kararlı olduğu sonucunu göstermektedir. Ayrıca ara yüzeyde yani yağ ve su yüzeyinde adsorblanan protein konsantrasyonu artıkça ara yüzey geriliminde önemli derecede düşüş gözlenmiştir. Bu durum ara yüzeyde adsorblanan pirinç proteinlerinin emülgatör niteliğinden kaynaklanmaktadır. Ara yüzeydeki pirinç proteinleri ara yüzeydeki gerilimi düşürerek emülsiyon kararlılığını artırmıştır.

Benzer bir araştırmada ise mercimek protein izolatının ara yüzey ve emülsifiye edici özellikleri araştırılmıştır. Mercimek protein izolatının ara yüzey gerilimine etkisi serum albümini, serum proteini izolatu, sodyum kazeinat ve lizozim ile kıyaslanmıştır (Joshi ve ark. 2012). Mercimek proteini izolatının ara yüzey gerilimini düşürücü etkisi sodyuma kazeinat haricindeki diğer tüm proteinlerden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca düşük pH ve yüksek mercimek proteini konsantrasyonu değerlerinde daha düşük partikül çapına sahip, zeta potansiyeli yüksek emülsiyonlar elde edilmiştir. Asidik pH'da oldukça etkili emülsiyon oluşturma özelliklerine sahip olduğundan mercimek proteininin de salata soslarında kullanılabileceği yorumu yapılabilir.

Bir diğer araştırmada ise ısıl işleme tabi tutulmuş ve tutulmamış soya proteini ile stabilize edilmiş emülsiyonun belirli protein konsantrasyonlarında (%0,5-4) tuz ortamında ve tuz olmayan ortamda fizikokimyasal, mikroyapısal özellikleri ve emülsiyon stabilitesi araştırılmıştır (Shao ve Tang 2014). Emülsiyon stabilitesi artan protein konsantrasyonu, iyonik yük ve uygulanan ısıl işlemden olumlu şekilde etkilenmiştir. Özellikle ara yüzeyde adsorblanan protein konsantrasyonunun artışı, yağ damlacıklarının flokülasyona karşı direnç kazanmasını sağlamıştır. Ayrıca protein konsantrasyonu artışı, ortamda tuz olması ve ısıl işlem, yağ partikül çapında önemli derecede düşüşe sebebiyet vermiştir.

Bu araştırmaların yanında bazı bitkisel proteinlerin salata sosu ve benzer emülsiyon ürünlerde ara yüzey gerilimini azaltıcı emülsiyonun kararlılığını artıcı yönde etki ettiği ve

emülsiyonun bazı reolojik özellikleri iyileştirdiği bildirilmiştir (Raymundo ve ark. 1998; Franco ve ark. 2000; Raymundo ve ark. 2002; Diftis ve ark. 2005; Papalamprou ve ark. 2006).

#### **2.2.3.4. Emülgatör özellikteki hidrokolloidler**

Hidrokolloidlerin çoğu yağ/su emülsiyonlarında stabilizatör özelliklerinden dolayı kullanılırlar. Gam arabik, modifiye nişasta ve modifiye selüloz gibi bazıları ise emülgatör özellik gösterebilirler. Emülgatör özellikleri yağ ve su ara yüzeyinde yüzey aktif özellik göstererek kararlı emülsiyonları oluşturmalarıyla ilişkilendirilirler (Dickinson 2009). Hidrokolloidler içerisinde emülgatör özellik gösterenlerin başında gam arabik gelmektedir. Gam arabik'in emülgatör özelliği, yüksek moleküllü fraksiyonundan ileri gelmektedir. Gam arabik ve diğer polisakkarit yapıları hidrokolloidlerin emülgatör niteliği proteinlere oranla daha zayıftır. Proteinlere göre önemli avantajları ise en olumsuz koşullarda bile emülgatör etkilerini gösterebilmeleridir. Proteinlerle olan komplekslerinin kararlı ve düşük partikül boyutuna sahip emülsiyonları oluşturma güçleri tek başlarına kullanımlarından daha fazladır (Dickinson 2009).

#### **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 stabiliteyi azalmaktadır. Bu durumda mobil fazın hareketliliğini sınırlandırmak, serum ve yağ ayrılmasını engellemek için hidrokolloidler ilave edilir (Dickinson 2003).

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 (Ma ve Barbosa-Cánovas 1995). Bu amaçla salata sosu gibi ürünlerde en sık kullanılan hidrokolloidler, biyopolimer gamlar, nişasta ve modifiye nişasta, ksantan gam, gam gibi mikrobiyal kökenli gamlar, bitki tohumlarından elde edilen gamlar en çok tercih edilen stabilizatörlerdir (Sikora ve ark. 2008). 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 (Williams ve Phillips 2009). Ayrıca gıdanın yapısal özelliklerinin düzenlenmesinin yanı sıra pektin, ksantan gam,

guar gam ve gam arabik gibi birçok gam kan kolesterolünün düşürülmesi ve prebiyotik etki gibi sağlığa faydalı yönleri de vardır (Williams ve Phillips 2009; Ma ve Boye 2013). Salata soslarının yapısında kullanılacak stabilizatörün seçilmesinde pH, iyonik güç gibi bazı faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü salata sosları 4,00 pH'nın altında pH değerlerine sahip olması asidik ortamlarda işlevsel özelliğini yitirmeyen gamların kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Ma ve Boye 2013).

Bu açıdan bakıldığında ksantan gam ve selüloz türevleri salata soslarında kullanımında herhangi bir problem oluşturmamaktadırlar. Ksantan gamın salata soslarında kullanımına 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 soslarının kullanımına ait literatürde çalışmalar vardır

Bilindiği üzere nişasta glikoz birimlerinin  $\alpha$ -1, 4 (amiloz) ve  $\alpha$ -1,6 (amilopektin) bağlanmasıyla oluşan polisakkarittir. Nişasta insan beslenmesinde başlıca karbonhidrat kaynağı olmasının yanında gıda sanayinde stabilizatör ve yapıyı sıkılaştırıcı özelliğinden dolayı da kullanılmaktadır (Dolz ve ark. 2006). Ayrıca nişastanın fonksiyonel özelliklerinin artırılması amacıyla bazı işlemlerle modifiye edilmektedir. Nişasta ve nişastanın modifiye edilmiş formları da salata soslarında yapıyı sıkılaştırıcı ve kararlılığın sağlanması amacıyla kullanılan başlıca polisakkaritlerdir (Saha ve Bhattacharya 2010). Özellikle fiziksel olarak modifiye edilen prejelatinize nişastalar herhangi bir kimyasal risk içermediklerinden dolayı gıda sanayinde güvenli bir şekilde kullanılabilirler (Kaur ve ark. 2012).

Yapılan bir araştırmada prejelatinize waxy mısır nişastasının belirli konsantrasyonlarda (%0-5) yumurta sarısı ve sodyum kazeinat içeren, düşük yağ içeriğine sahip (%20) model yağ/ su emülsiyonunun fiziko-kimyasal, reolojik ve emülsiyon stabilitesine etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar prejelatinize nişastanın nişasta bazlı olmayan diğer hidrokolloidlere alternatif kalınlaştırıcı olarak kullanılabileceğini önermişlerdir. Ayrıca düşük yağ içeriğine sahip emülsiyonlarda %4-5 arasında kullanılması gerektiği önerilmiştir. Emülsiyonun yağ içeriğinin salata soslarının yağ içeriğine yakın olması bu araştırma sonuçları prejelatinize mısır nişastasının salata sosunda kullanılabileceğine işaret etmektedir (Bortnowska ve ark. 2014).

Benzer bir araştırmada ise %20 kolza yağı ve %2 yumurta sarısı ve sodyum kazeinat karışımı içeren model salata sosunda, patatesten elde edilen prejelatinize nişastanın salata sosunun reolojik ve stabilite özelliklerine etkisi incelenmiştir. %5 oranında prejelatinize patates kullanımının istenen reolojik özelliklere ve kararlı emülsiyon yapısına sahip salata sosunun üretilmesinde yeterli olabileceği bildirilmiştir (Bortnowska ve ark. 2014).

#### **2.2.5. Asitlik verici ajanlar**

Daha önceden de bahsedildiği üzere salata sosu ve mayonez gibi ürünler asitli gıdalar sınıfındadırlar. rnlerin pH değerini 4,5 değerinin aşağısında, çoğu kez de 3,4-4,0 arasındadır. Salata sosu pH değerinin bu değerlere formülasyona sirke başta olmak üzere limon suyu gibi asitliği yüksek gıdaların ilave edilmesi veya sitrik, tartarik, malik asit zeltilerinin kullanılmasıyla ulaşılabilir.

Asitlik verici ajanların salata soslarında istenilen aroma ve tat değerlerini sağlamasının yanında mikrobiyal gelişimi önleyici etkilerinden de faydalanılır. Düşük pH değerleri salata soslarının tam anlamıyla güvenliğini sağlamaz. Bu açıdan bakıldığında kullanılan asitlik verici ajanın çeşidi de antimikrobiyal etkiyi sağlamada önemli bir faktör olmaktadır. Örneğin sitrik asit içeren limon suyunun pH değerinin düşük olmasına rağmen antimikrobiyal etkisi yoktur. Asetik asit içeren sirke ise belirli derecede antimikrobiyal etkiye sahiptir. Bunun sebebini asetik asidin sulu fazda disasosiyel olarak antimikrobiyal etki göstermesine bağlayabiliriz. Özellikle sulu fazda asetik asit miktarı %0,25 değerini geçtiğinde patojen bakteriler üzerine önemli etki göstermektedir.

#### **2.2.6. şeker ve Tuzlar**

şeker ve tuzların salata sosu ve mayonez gibi ürünlerde asıl kullanım sebebi ürünün karakteristik tat değerini yakalamaktır. Bunun yanında tuzun mikroorganizmaların gelişimini önlemesi, reolojik özelliklerin artırılması, proteinlerin fonksiyonel özelliklerini değiştirmesi gibi etkileri de mevcuttur. Formülasyonda tuz kullanımının emülsiyon stabilitesi üzerine de olumlu etkileri vardır. Damlacıkların arasındaki elektrostatik itme gücünün azalması ve polar olmayan amino asitlerin hidrofobik interaksiyonundaki modifikasyonlar ara yüzeyde proteinlerin emülsifiye edici özelliklerine katkı sağlamaktadır. Yumurta sarısının emülgatör

olarak kullanıldığı emülsiyonlarda tuz kullanımı düşük yoğunluklu lipoproteinlerin (LDL) yüzey aktif özelliklerinin artmasına neden olmaktadır (Ma ve Boye 2013).

Yapılan bir araştırmada farklı konsantrasyonlarda tuz kullanımının salata sosu tipindeki emülsiyonda reolojik özelliklere etkisi incelenmiştir (Martí'nez ve ark. 2007). Araştırmada aynı zamanda tuz konsantrasyonunun fasulye ve yumurta sarısının hakim olduğu iki ayrı emülgatör karışımında da etkisi incelenerek tuz kullanımının farklı emülgatör üzerine etkileri de test edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre tuz konsantrasyonu artıkça emülsiyonun görünür viskozite değerinde önemli derecede artış olduğu bildirilmiştir. Bu durumun yumurta sarısı varlığında daha da belirgin düzeyde olduğu açıklanmıştır. Tuz kullanımı emülsiyonun yağ partikül boyutunda da dikkate değer bir düşüğe neden olduğu vurgulanmış yumurta sarısı varlığında daha düşük partikül çapına sahip emülsiyonlar elde edilmiştir. Bu araştırma bize tuz kullanımının yalnızca tat değeri dışında emülsiyonun reolojik özellikleri ve partikül boyutu gibi önemli parametrelerine de etki gösterdiği ve yumurta sarısı kullanımıyla bu etkinin daha belirgin olacağını anlatmaktadır.

Salata soslarında glikoz şurubu, sakaroz ve mısır şurubu gibi tatlandırıcı olarak farklı maddeler kullanılmaktadır. Tuz kullanımında olduğu gibi tatlandırıcı madde seçimi de yalnızca duyuşal yönden değil, yapısal açıdan da ürünün özelliğini değiştirebilmektedir. Yapılan bir araştırmada şeker yerine bal kullanımının salata sosunda antioksidan etki gösterip göstermediği incelenmiştir (Rasmussen ve ark. 2008). Ayrıca bal kullanımıyla birlikte emülsiyon yapısı ve salata sosunun depolama boyunca reolojik özellikleri de test edilmiştir. Farklı çiçek ballarının salata soslarında antioksidan etki göstererek oksidasyonu geciktirdiği bildirilmiştir. Buna karşın bal kullanılan örneklerde depolama boyunca reolojik parametrelerde önemli derecede azalma gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bal kullanımı örneğin oksidatif stabiliteyi artırırken ürünün yapısal özelliklerinde ve emülsiyon stabilitesinde olumsuz sonuçlara yol açmıştır.

### **2.2.7. Baharatlar**

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.

Ticari ürünlere bakıldığında bunların başında hardal gelmektedir. Kendine has aromaya sahip olması yağ içeriği yüksek ve az emülsiyonlar ürünlerde çokça tercih edilmektedir. Bununla birlikte diğer baharatlar kekik, nane, kırmızıbiber, fesleğen de yine salata soslarında kullanılabilir. Meyve püreleri, kurutulmuş meyve karışımları, sarımsak gibi sebzelerin ezilmiş halleri de bu tarz emülsiyonlarda kullanılabilir. Sebze ve meyve orjinli çeşnilerin yanı sıra peynir altı suyu, süt proteinleri, yoğurt, peynir gibi süt ürünleri de bu amaçla kullanılmaktadır. Çeşni maddelerinin bu geniş yelpazede kullanımı ürün çeşitliliğini de artırmaktadır.

Aroma maddeleri de salata soslarında arzu edilen duyu kaliteyi sağlamak amacıyla kullanılan maddelerdir. Aroma maddelerinin çoğunun yağda çözüldüğünü düşünecek olursak istenilen tat değerinin sağlanmasında yağda ve suda çözünen aroma maddelerinin çeşitlerinin iyi ayarlanması gerektiği belirtilmiştir (Ma ve Boye 2013).

#### **2.2.8. Koruyucular**

Salata soslarının düşük pH ve su aktivitesi değerlerine sahip olması ürünün mikrobiyal yönden daha dayanıklı hale getirmektedir. Ancak daha önceden de vurgulandığı üzere pH, asitlik verici ajanın çeşidi, mikroorganizma gelişimi açısından önemli bir faktördür. Salata soslarında disasosiye olabilen asetik asit gibi zayıf organik asitlerin kullanımı mikroorganizma gelişimini önemli ölçüde engellemektedir. Ancak salata sosları mayonez gibi ürünlere kıyasla daha az oranda yağ içermesi su aktivitesinin daha yüksek olması ürünün istenilen raf ömrünün sağlanmasında kullanılan sirke ve diğer organik asitlerin yalnız başlarına koruyucu olarak kullanılmalarını yeterli kılmamaktadır. Salata soslarında sulu fazın içeriği mikrobiyal gelişim açısından oldukça önemlidir.

Mikrobiyal gelişimi önlemek ve istenilen raf ömrünü sağlamak amacıyla kullanılan asit verici ajanlar yanında sodyum benzoat, EDTA, potasyum sorbat, potasyum benzoat gibi maddeler de kullanılmaktadır. Sodyum benzoat ve potasyum benzoat kullanımı salata sosu gibi nispeten az yağ içeren emülsiyonlarda (yaklaşık %60 dan az) 2000 ppm'e kadar çıkmaktadır. Bu limit değerler farklı ülkelerin yasal düzenlemelerine göre değişmektedir. Türk Gıda Kodeksinde bu değer 2000 ppm dir.

## 2.3.Salata Soslarının Kalite Kriterleri

### 2.3.1. Reolojik özellikler

Reolojik özellikler salata soslarında duyu kalite, raf ömrü ve mikro yapısal özellikler ile yakından ilişkili olduğu için salata sosunun genel kalitesinin belirlenmesinde önemli parametrelerdir. Salata sosları Newton olmayan, akma gerilimine sahip ve viskoelastik katı karakterdeki reolojik özellikleri gösterir (Ma ve Boye 2013). Salata sosu ve mayonez gibi ürünlerde emülsiyon yapısını ve emülsiyonu oluşturan bileşenler arasındaki interaksyonu belirlemek amacıyla akış davranış, osilasyon, sürünme toparlanma (creep-recovery) ve bazı zamana bağlı reolojik özelliklerdeki değişimi gözleyen testler ve sürünme toparlanma gibi reolojik testler uygulanır (Tadros 1994; Toker ve ark. 2015). Örneğin akış davranış reolojik özellikleri emülsiyon içindeki partiküller arasındaki kolloidal interaksyonların gücü hakkında fikir verirken, osilasyon testleri lineer viskoelastik bölgede, 3-ITT test ise hem lineer hem de lineer olmayan viskoelastik bölgede üründeki geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz yapısal deformasyonun belirlenmesinde önemli fikirler verirler (Tadros 1994; Toker ve ark. 2015). Bunun yanında sürünme ve toparlanma testi ise lineer viskoelastik bölgede belirli bir sürede uygulanan deformasyon sonrası üründeki toparlanmayı gösterir. (Dolz ve ark. 2008). Bu sayede hem ürün yapısındaki bileşenlerin, hem de proses şartlarının üründe göstermiş olduğu etki test edilir.

Salata sosu tipi emülsiyon ürünlerde reolojik özellikler yağ içeriği başta olmak üzere ürün formülasyonunda kullanılan bileşenlerden önemli bir şekilde etkilenir. Özellikle emülgatör, stabilizatör ve yağ içeriği arttıkça emülsiyonun kıvam katsayısı ve depolama modülünde önemli artışlar gözlenir. Ancak salata sosu ve mayonez gibi emülsiyon ürünlerde emülgatörlerin reolojik özellikler üzerine etkisi stabilizatör ve yağa göre daha zayıftır (Sikora ve ark. 2008).

Yapılan bir araştırmada yağı azaltılmış %37,5 yağı içeren mayonezde ksantan gam ve nişasta ilavesinin reolojik özellikler üzerine etkisi incelenmiş ve tam yağlı mayonez ile kıyaslanmıştır. %37,5 yağ, %5,6 modifiye nişasta ve %0,1 ksantan gam içeren yağı azaltılmış mayonez, gam içeren tam yağlı mayoneze benzer bir reolojik davranış sergilemiştir. Araştırmacılar ayrıca ksantan gamın her iki üründe de akma gerilimi ve kıvam katsayısında ciddi bir artış sağladığını bildirmişlerdir (Mun ve ark. 2009). Bu araştırmanın sonucu ksantan gam miktarındaki çok az bir artışın ürünün yapısında önemli bir değişikliğe neden



olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle yağ ve gam oranının salata soslarında mutlaka optimize edilmesi gerekir.

Salata sosunun yumurta sarısı dışında farklı emülgatör kaynaklarının kullanılması ve duyuşal çeşitlilik sağlanmasında bazı protein yapıllı gıdaların rolünden önceki bölümlerde bahsetmiştik. Bu özelliklerin yanında mercimek unu gibi gıdaların salata sosu gibi ürünlerde reolojik özelliklerin modifiye edilmesinde de kullanılacağı bildirilmiştir (Ma ve ark. 2013). Salata soslarıyla ilgili bazı reolojik parametreler ve ürün için ifade ettiği anlamlar Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

### **2.3.2. Salata soslarının stabilite özellikleri**

Salata soslarında üretimden hemen sonra ve depolama süresince ürün kalitesinde arzu edilmeyen değişimler gözlenebilir. Bu durum gerek fiziksel, gerekse de kimyasal değişim olarak karşımıza çıkabilir. Salata soslarındaki stabilite kavramını fiziksel ve kimyasal stabilite olarak iki gruba ayırmamız mümkün olabilir. Kimyasal stabilite salata soslarında su içerisine dağılmış yağ damlacıklarının çözünmüş oksijen ile reaksiyona girip oksidasyon ürünlerinin oluşmasıyla ilgili bir durumdur. Fiziksel stabilite ise yağ damlacıklarının zamanla su fazı içerisinde kararlı dağılımını terk etmesi sonucunda emülsiyon fazındaki yağ damlacıklarının birleşerek ayrılması ve kremleşmeye sebep olması durumudur. Her iki olay da depolama süresince salata soslarında önemli kalite kayıplarına neden olur ve ürünün raf ömrünü azaltır. Salata sosu gibi emülsiyon ürünlerde meydana gelen bu olaylar emülsiyonun disperse fazı, sürekli fazı ve ara yüzey özelliklerine göre değişmektedir:

**Çizelge 2. 1.** Bazı reolojik parametrelerin salata sosları ve benzeri emülsiyon ürünler için ifade ettiği anlamlar (Ma ve Boye 2013)

Reolojik parametreler	Birim	Parametrenin Açıklaması	Üründeki Göstergesi
Kıvam katsayısı ( $K$ )	Pa.s <sup>n</sup>	Viskoz karakter	" $K$ " değerinin yüksek olması salata sosu gibi emülsiyon ürünlerde akış davranış özelliğinde yüksek viskoziteyi ve sıkı bir yapıyı işaret eder
Akış davranış indeksi ( $n$ )	Birimsiz	$N$ değeri " $1$ " olduğunda Nevton tipi akışkan, " $1$ " den büyük olduğunda Newton olmaya dilatant tipi akışkanı, " $1$ " den küçük olduğunda ise Newton olmayan psedoplastik tipi akışkanı ifade eder.	" $n$ " değerinin yüksek olması salata soslarında psedö plastik karakterin azaldığını ve bileşenler arasında interaksyonun güçlü olmadığı zayıf yapıyı gösterir. Salata soslarında " $n$ " değerinin " $0$ " a yakın olması istenir.
Depolama modülü ( $G'$ )	Pa	Elastik karakteri ifade eder	$G'$ değerinin $G''$ değerinden yüksek olması jel benzeri yapıyı yada birbiri içerisine geçmiş partikül yapısını simgeler.
Kayıp modülü ( $G''$ )	Pa	Viskoz karakteri ifade eder.	$G''$ değerinin $G'$ değerinden yüksek olması viskoz yapıyı diğer bir ifadeyle sıvı karaktere yakınlığı ifade eder. Partiküller emülsiyon içerisinde daha serbest hareket eder.
Görünür viskozite ( $\eta$ )	Pas	Akış davranış testindeki belirli bir kesme hızındaki viskoziteyi ifade eder.	46,16 s <sup>-1</sup> kesme hızındaki viskozite değeri ağızda hissedilen kıvamı gösterir. Görünür viskozitenin yüksek olması emülsiyonun sıkı bir yapıya sahip olduğunu gösterir.
Akma gerilimi ( $\sigma_0$ )	Pa	Akış durumuna geçmek için gerekli olan minimum kayma gerilimi değerini ifade eder.	Yüksek $\sigma_0$ değeri sıkı bir yapıya işaret eder.
Toparlanabilir deformasyon	Birimsiz	Proses sırasında belirli bir kesme hızının uygulamasından sonra toparlanan deformasyon değerini ifade eder.	Toparlanabilir strain değerinin yüksek olması elastik yapının göstergesidir.

**Disperse fazın özelliği:** Disperse fazın yapısı ve fizikokimyasal özellikleri flokülasyon, koalesans ve Oswald olgunlaşması gibi emülsiyonlarda gözlenen destabilizasyon mekanizmalarını etkiler (Çizelge 3 ve Şekil 2). Disperse fazın yoğunluğu ve damlacık konsantrasyonu fazın yer çekimi etkisiyle gözlenen seperasyona eğilimini önemli şekilde etkiler. Damlacık konsantrasyonu artması kremleşme hızını azaltır. Bunun yanında damlacık boyutu da yer çekimine bağlı seperasyonda önemli bir rol oynar. Partikül boyutunun artışı kremleşme hızının artışına yol açmaktadır. Özetle yer çekimi etkisiyle gözlenebilecek seperasyonu azaltmak için damlacık boyutunun düşürülmesi, emülgatör çeşidinin ve miktarının doğru belirlenmesi ve homojenizasyon koşullarının optimize edilmesi gerekir (Chung ve McClements 2014).

**Sürekli fazın etkisi:** Disperse fazda olduğu gibi sürekli fazın özellikleri de emülsiyonlarda gözlenebilecek destabilizasyon mekanizmalarını önemli bir şekilde etkilemektedir. Özellikle nişasta, protein ve gamlar gibi bileşenler ilave edilerek sürekli fazın viskozitesi artırılarak damlacıkların hareket potansiyeli kısıtlanır. Böylece damlacıkların agregasyonu geciktirilmiş olur. Sürekli fazın viskozitesi yanında yoğunluğu, pH değeri, yük yoğunluğu da damlacıkların birbirleriyle ve diğer bileşenlerle olan interaksiyonu etkiler. Sürekli fazın yük ve pH değeri dışarıdan ilave edilen protein ve gamlar gibi moleküllerle değiştirilip sürekli fazın fiziko kimyasal özelliği damlacıkların interaksiyonunu engelleyecek şekilde modifiye edilebilir. Bunun yanında ara yüzeyde tutunmayan bileşenlerin konsantrasyonunun fazla olması flokülasyona neden olacağı durumu göz önünde tutulması gerekmektedir (Aben ve ark. 2012; Chung ve McClements 2014; Ozturk ve McClements 2016).

**Ara yüzey etkisi:** Salata sosları ve mayonez gibi yağ/su emülsiyonlarında yağ partikülleri çevresini saran ara yüzeyin özelliği emülsiyon stabilitesini etkileyen kritik bir role sahiptir. Emülsiyon stabilitesinde rol oynayan en önemli etki ise damlacıklar arasındaki itici güçlere neden olan interaksiyonların oluşmasıdır. Sterik ve elektrostatik olmak üzere emülsiyonların stabilitesini sağlayan iki temel mekanizma vardır. Sterik etki iki damlacık ara yüzeyinde meydana gelen kısa aralıklı itici interaksiyonlardır. Sterik interaksiyonlarının etkisinin gücü ara yüzey kalınlığı ve hidrofilik özelliği arttığı durumlarda artış gösterir. Eğer sterik itme gücü van der Waals gibi hidrofobik güçlerden daha güçlüyse damlacıkların bir araya gelmesi yani flokülasyon önlenir. Elektrostatik etkileşim ise damlacıkların elektrik yüküne sahip olmasıyla başlayan kısa ve uzun aralıklı etkileşimlerdir. Damlacıklar aynı yüke sahip olduğunda aralarında bir itme gücü oluşur ve bu güç yüzey yük yoğunluğu ve sürekli

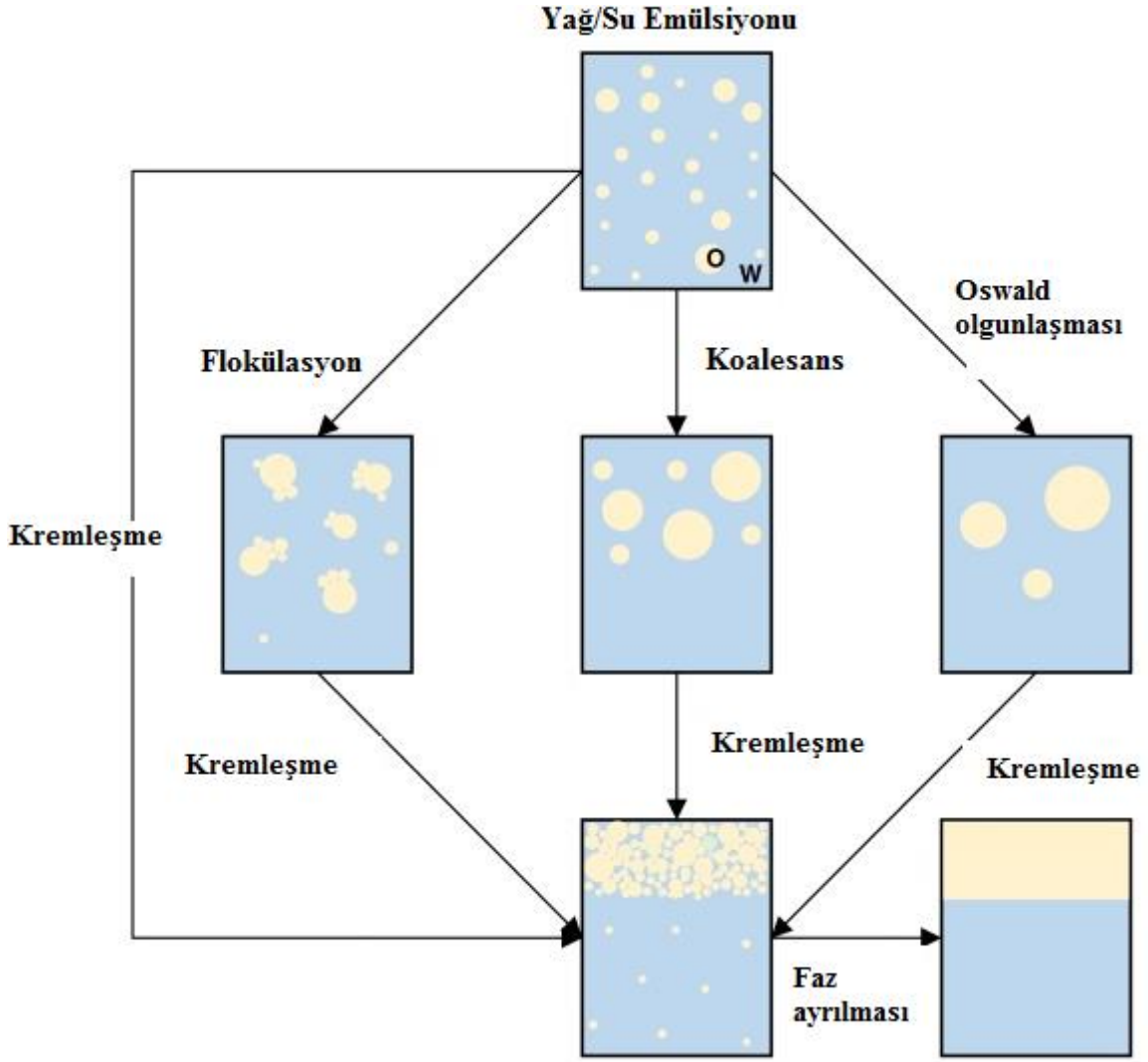
fazın iyonik gücüne bağı olarak değişir. Yüzeydeki yük yoğunluğu artıkça damlacıklar arasındaki elaktrostatik etkileşimin etkisi de artar. Ara yüzeydeki bu güçleri artıracak faktörler emülsiyon stabilitesinin artmasını sağlar. Ayrıca ara yüzeyin hidrofobik özelliğinin azalması ve polaritenin artışı emülsiyon stabilitesinin de artışına yol açacaktır (Wooster ve Augustin 2007; Chung ve McClements 2014; Ozturk ve McClements 2016). Sterik etkileşimler emülsiyon stabilitesinin oluşumunda daha çok istenir. Bunun nedeni ise bu etkileşimlerin pH ve iyonik güç gibi çevresel faktörlerden daha az etkilenmeleridir (Ozturk ve McClements 2016).

Salata sosu gibi emülsiyon ürünlerde oksidatif reaksiyonlar formülasyonda kullanılan bileşenler, proses koşulları ve depolama şartlarına bağı olarak değişmektedir. Örneğın kullanılan yağın çoklu doymamış yağ asidi oranı, emülgatör çeşitleri, tuz miktarı, antioksidan özellik gösteren bileşenlerin oranı (baharatlar, yapay antioksidanlar, meyve parçacıkları ve vitaminler), indirgen ajanlar ve lipofilik bileşenler yağ damlacıklarında gözlenebilecek oksidatif reaksiyonları doğrudan etkilemektedir. Antioksidan özellikteki bileşenlerin kullanımının artması oksidatif kararlılığı artırırken, çoklu doymamış yağ asidi içeren yağların kullanımı ve tuz oranının artması ise oksidasyonu hızlandırabilir. Bunun yanında homojenizasyon süresince yağların yüzey alanının artması normal yağa göre oksidasyonu hızlandırıcı bir etki gösterebilir. Diğer yandan ortamın pH sı da yine oksidasyonu etkileyebilmektedir. Depolama sırasında sıcaklıktaki dalgalanmaların olması, paketlemedeki kusurlar ve ışık geçirgenliği oksidasyonu etkileyebilir. Bunun için oksijen ve su geçirmeyen bir ambalaj kullanılması salata soslarında oksidasyonu yavaşlatabilir.

Salata soslarında fiziksel olarak stabilitesinin düşmesi homojenizasyon işleminin, emülgatör ve stabilizatör kullanımıyla yakından ilişkilidir. Yağ partikül boyutunun istenilen seviyede düşürülmesi, kullanılan emülgatörlerin yağ ve su arasındaki yüzey gerilimi yeterince düşürebilmesi, stabilizatör maddelerin suyla etkileşime girerek mobil faz etkinliğini azaltması ve yağ damlacıklarının hareket potansiyelini azaltması emülsiyon stabilitesi açısından olumlu etkiler gösterir.

**Çizelge2.2.** Emülsiyon stabilitesinde bozulmalara yol açan bazı fizikokimyasal mekanizmalar (Sikora ve ark. 2008).

<b>Destabilizasyon Mekanizması</b>	<b>Destabilizasyon tipi</b>	<b>Açıklama</b>
<b>Yüzey Kuvvetleri</b>	Statik kuvvetler (Van der Waals)	Ortamın di-elektrik fonksiyonu partiküller arasında ise bu kuvvetler itici özelliindedir.
	Elektrostatik çift katmanlı kuvvetler	Ozmotik basıncın artmasıyla aynı yükle yüklü yüzeyler arasında gözlenen itici kuvvetlerdir.
<b>Fiziksel</b>	Yer çekimine bağlı seperasyonlar	
	Kremleşme	Damlacıklarının yoğunluklarının düşük olmasından dolayı yukarı doğru hareket etmesi ve faz ayrımının gözlenmesi
	Sedimentasyon	Damlacıkların kendini saran sıvı içerisinden yoğunluk farkından dolayı aşağıya doğru hareket etmesi.
	Damlacık agregasyonu	
	Flokülasyon	İki veya daha fazla damlacığın damlacık bütünlüklerini bozmadan bir araya gelmesi.
	Koalesans	İki veya daha fazla damlacığın bir araya tek katmanlı bir damlacık oluşturması.
	Kısmi koalesans	İki veya daha fazla kristalize yap damlacıklarının bir araya gelerek düzensiz şekil oluşturmaları. Yağ kristalleri damlacıkların tam olarak bir araya gelmesini engellediği için kısmi bir birleşme gözlenir ve damlacık bütünlüğü oluşmaz.
	Yağın ayrılması (oiling-off)	Aşırı bir koalesans sonucunda yağ fazı tamamen ayrılarak yüzeyde birikir.
	Faz dönüşümü	Yağ/ su ve su/yağ emülsiyonlarının birbirine dönüşmesi
	Oswalt olgunlaşması	Disperse faz arasındaki kütle transferi sonucunda küçük damlacıkların birleşerek daha büyük damlacıkları oluşturması
<b>Kimyasal</b>	Yağ oksidasyonu	Oksidasyon sonucunda ürününün duyu kalitesinin düşmesi ve zararlı bileşenlerin açığa çıkması
<b>Biyokimyasal</b>	Enzimatik	Proteinlerin enzimatik denatürasyonu ve fonksiyonel özelliklerini kaybetmesi.



**Şekil 2.4** Emülsiyonlarda gözlenen destabilizasyon olaylarının şematik görünümü (Silva ve ark. 2015)

### 2.3.3. Salata soslarının Mikrobiyolojik Özellikleri

Salata sosu ve mayonez gibi ürünler yağ/su emülsiyonuna sahip ürünlerin mikrobiyolojik stabiliteleri su fazın kompozisyonuna, muhafaza işlemine ve depolama koşullarına göre değişmektedir. Bu tarz ürünlerde mikrobiyal stabilitedeki en önemli rolü sulu fazın formülasyonu oynamaktadır. Salata sosları mayoneze oranla yağ fazının düşük olmasından dolayı sulu fazdaki asetik asit ve tuz konsantrasyonu daha azdır. Bu durum salata soslarını mayoneze oranla mikrobiyal gelişime daha duyarlı kılmaktadır. Salata soslarında asetik asit miktarı %0,5-1,5 arasında değişirken sulu fazın tuz oranı %1-4, şeker oranı 1-30

arasında değişmektedir. Salata soslarının pH değeri ise genellikle 4 civarındadır. pH değerinin düşük olması, asetik asit konsantrasyonun %0,5 den fazla olması ve sulu fazın belirli miktar tuz konsantrasyonuna sahip olması salata soslarını mikrobiyal gelişime karşı stabil kılmaktadır. Salata sosu ürünlerinde orta dereceli ısı işlem uygulandığından sulu fazın pH değeri, asetik asit ve tuz konsantrasyonu ayarlanmak suretiyle mikrobiyal yönden güvenli bir ürün elde edilebilir (ICMSF 2005).

Salata soslarının başlangıç mikro florası da mikrobiyal stabilite açısından önemli faktördür. Özellikle pastörize olmayan sıvı yumurta ve yumurta sarısı kullanılması *Salmonella* spp. patojenleri açısından bir risk oluşturabilir. Bu yüzden pastörize olmayan sıvı yumurta ve yumurta sarısı kullanımı tavsiye edilmemektedir. Diğer önemli kontaminasyon kaynağı ise baharatlardır. Bu yüzden baharatların kullanım öncesi ışınlama gibi muhafaza işlemlerinden geçmiş olması önerilir. Bunun dışında formülasyonda kullanılan yağ, tuz, şeker ve antimikrobiyal bileşenler kontaminasyon kaynağı olarak göz önünde tutulmazlar (ICMSF 2005).

Salata soslarında mikrobiyal yönden bozulmalara yol açabilecek mikroorganizma sayısı oldukça sınırlıdır. Antimikrobiyal madde içermesi, pH değerinin düşük olması, ağzı kapalı şekilde depolanması, asetik asit oranının %1 seviyesine yakın olması birçok faktör mikroorganizmanın gelişimini sınırlandırmaktadır. Özellikle ağzı sıkıca kapaklı asetik asit oranı %0,5 düzeylerinde olan salata soslarında küf gelişimi beklenmez. Patojenler ise pH değeri 4,5 seviyesine yaklaştığında risk oluşturabilirler. Salata soslarında sağlık yönünden olmasa da üründe kalite bozukluğuna yol açabilecek potansiyel bozulmalar bazı maya türleri ve laktik asit bakterileri ile ilgilidir. Özellikle %3 civarında asetik asit oranına dayanaklı maya çeşitleri bu anlamda sıkıntı oluşturabilir (ICMSF 2005). Bozulmalara yol açabilecek başlıca maya türleri *Zygosaccharomyces bailii*, *Z. rouxii* ve *Pichia membranaefaciens* 'dir (Smittle ve Flowers 1982; Thomas ve Davenport 1985). Laktik asit bakterilerinden ise bozulma etmeni olabilecek başlıca türler *Lactobacillus fructivorans* ve *Lb. buchneri* 'dir (Michels ve Koning 2000).

Asetik asit miktarının sulu fazda %0,2 oranında daha fazla olması patojen mikroorganizmaların kontrol edilmesi açısından yeterli olduğu bildirilmiştir. Ayrıca asetik asit miktarının %0,7 ve pH değerinin 4,5 olduğu durumlarda *Salmonella* ve *Listeria monocytogenes* sayısında 4 log birimlik bir azalma tespit edilmiştir (Martin ve ark. 2000).

#### 2.3.4. Salata soslarının duyuşal özellikleri

Ürünlerin reolojik, mikro yapısal özellikleri ve emülsiyon stabilitesi gibi özellikler ürünün fiziksel olarak raf ömrünü etkilerken; aroma, tat ve renk gibi duyuşal özellikleri tüketici tercihinde direk olarak rol oynarlar. Bu özellikler yağ, baharat ve sirke bileşenlerin oranlarıyla doğrudan ilişkilidir. Bunun yanında duyuşal özellikler ransit tat ve kötü koku gibi oksidatif ve mikrobiyal bozulmaların göstergesi olabilir.

Tüketici tercihinde rol oynayan en önemli duyuşal özellik tat ve aromadır. Yağ oranının düşürülmesi veya artırılması, tat ve aroma yoğunluğunu önemli bir şekilde değiştirir. Özellikle baharatlardan gelen aroma bileşenlerinin çoğunluğu yağda çözünmektedir. Bununla birlikte asetik asit, limon suyu ve sarımsak gibi bileşenlerden gelen polar özellikteki keskin aroma bileşenlerinin etkisi de yağ oranıyla yakından ilişkilidir. Yağ oranının artışıyla bu bileşenlerin aroma ve tat yoğunluğu (intensite) azalmaktadır. Ayrıca yağ oranının azalması istenmeyen kokuların (off flavor) daha kolay hissedilmesine de neden olur. Yağ miktarı yanında diğer kritik özellikteki bileşen sirkedir. Asetik asidin antimikrobiyal etkisinin yüksek olmasına karşı %15 gibi bir değerden daha fazla kullanılması yağ oranına bağlı olarak çok keskin bir sirke aromasının oluşmasına ve tüketiciler için lezzet bozukluğuna neden olabilir. Bu yüzden sirke yüzdesi salata sosları gibi düşük yağ içeren ürünlerde %7-15 arasında olması tercih edilir. Bu bileşenlerin yanında aroma bileşenleriyle interaksiyona girerek bu bileşenlerin etkilerini sınırlayan hidrokolloidler gibi diğer bileşenler de salata soslarının duyuşal özelliğinde rol oynarlar.

Yapılan bir araştırmada yağ, emülgatör ve stabilizatör oranının salata sosunun duyuşal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda 3 bileşenin de salata sosunun duyuşal özelliğini önemli derecede etkilediği ancak yağ ve stabilizatör oranının artmasıyla emülgatör etkisinin azaldığını vurgulamışlardır. Başka bir araştırmada ise mercimek, fasulye ve nohut ununun salata soslarında duyuşal özelliklerine etkisi incelenmiştir. Kullanılan baklagil unlarının ve yağ oranının salata sosunun tat, aroma gibi duyuşal özelliklerini önemli bir şekilde etkilediği bildirilmiş ve düşük oranda kullanılan fasulye unuyla üretilen salata sosunun genel beğenisi en yüksek ürün olduğu vurgulanmıştır (Ma ve ark. 2015). Özetleyecek olursak salata sosunun duyuşal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yağ çeşidi ve oranı, baharat çeşidi ve oranı, sirke miktarı, diğer asitlik verici ajanların kullanımı, üründe mikrobiyal ve oksidatif bir bozulma olup olmaması üzerine başlıca rol oynar.



### 2.3.5. Mikro yapısal özellikler

Emülsiyon ürünlerde mikro yapısal özellikler ve partikül boyutu yağ, emülgatör ve stabilizatör oranı ve çeşidi ve uygulanan homojenizasyon yöntemine göre değişir. Salata soslarında istenilen mikro yapısal özellik düşük partikül çapına sahip üniform dağılım gösteren yağ partiküllerinin olduğu emülsiyon yapısıdır.

Emülgatörler daha önceden de bahsedildiği üzere yağ ve su arasındaki yüzey gerilimi azaltarak yağ partiküllerinin mobil faz içerisinde kararlı bir şekilde dağılımını sağlarlar. Emülgatör homojenizasyon sırasında yağ partikülleri çevresinde hızlı bir şekilde tutunur ve istenilen seviyede bir interaksiyon oluşturursa yağ partiküllerinin hidrofobik bir etkileşimden dolayı birbirlerine temas etmesi ve birleşmeleri (flokülasyon) engellenir. Stabilizatörler ise mobil faz etkinliğini azaltarak salata sosları gibi yağ/su emülsiyonlarında yağ partiküllerinin hareket serbestliğini azaltıp daha homojen bir yapının oluşmasına katkı sağlarlar. Stabilizatör içeriği istenilen seviyede olan ürünlerde partikül çapı düşük, üniform yapıda dağılmış partikül yapısına sahip emülsiyonların eldesi mümkündür. Diğer bileşenlerde yağ partikül çevresinde tutunarak emülgatör özellik gösterir ve sistemdeki yük yoğunluğu artırarak elektrostatik bir etkileşimle partiküllerin kararlı dağılımlarına katkı sağlayabilirler. Genellikle stabilizatör ve proteinler bu etkiyi gösterebilir.

Kullanılan bileşenlerin yanında partikül boyutu ve homojen partikül dağılımını etkileyen başlıca unsur homojenizasyondur. Homojenizasyon sırasında kullanılan yöntem ve parametreler mikro yapısal özellikleri doğrudan etkilemektedir. Emülsiyon oluşturmada ilk basamak yağ ve suyun karıştırılması ikinci basamak ise yağ partiküllerinin su içerisinde düşük partiküller halinde disperse olmaları aşamasıdır. İkinci basamakta uygulanan yöntem sayesinde yağ partikül boyutu mikron seviyelerine düşer ve kararlı emülsiyonlar oluşur. Eğer homojenizasyon işleminde kullanılan yöntem, süre ve sıcaklık parametreler optimize edilmezse istenilen partikül boyutuna erişilemez ve partiküller homojen olarak dağılım göstermezler. Salata sosu üretiminde ultra turaks, kolloit değirmen, blender ve yüksek basınçlı sistemler homojenizasyon yöntemi olarak kullanılabilir. Kullanılan homojenizatör tekniklerinin avantaj ve dez avantajlarıyla Çizelge 2.3'te gösterilmiştir.

Özetle üniform partikül dağılımı, düşük partikül çapına sahip uzun süre kararlı halini koruyabilecek emülsiyon yapısının oluşturulması için formülasyon optimizasyonun yapılması ve homojenizasyon yönteminin doğru seçilmesi ve uygulanması gerekmektedir.

**Çizelge 2.3.** Salata sosu üretiminde kullanılan homojenizasyon teknikleri

Homojenizasyon tekniği	Prensip	Özellik	Avantaj ve dez avantajları
Ultra turaks, Polytron PT		<ol style="list-style-type: none"> <li>Orta ve yüksek viskoziteli emülsiyonlar oluşturur.</li> <li>Partikül boyutu 4-10 <math>\mu\text{m}</math>' ye kadar düşebilir.</li> <li>Gıda sanyinde ve laboratuarlarda kullanılır.</li> <li>Kesme hızı 20 000 ile 100 000 <math>\text{s}^{-1}</math> arasında değişir.</li> <li>Standar emülsiyonlar elde edilir.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Homojenizasyon ağzı açık sistemlerde gerçekleştiği için yeterli akışı sabitlemek oldukça zor. Tank hacmi ve materyal viskozite artığında homojen olmayan partikül dağılımına neden olur</li> <li>Homojen olmayan partikül dağılımı emülsiyon içinde bazı bölgelerde sıcaklık artışı ve termal degradasyona sebebiyet verebilir.</li> </ol>
Kolloit değirmen	Rotor statör prensibi	<ol style="list-style-type: none"> <li>Orta ve yüksek viskoziteli emülsiyonlar üretilir.</li> <li>Minumum 1 <math>\mu\text{m}</math> partikül çapına sahip emülsiyonlar üretilir.</li> <li>Pilot ve endüstriyel üretimlerde kullanılır.</li> <li>Kayma gerilimine bağlı olarak rotor boşluğu değiştirilebilir.</li> <li>Akış hızı 4-20 000 L/h arasında değişebilir.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Homojen olmayan partikül dağılımı ve termal degradasyon gözlenmez.</li> <li>Besleme olarak genellikle büyük partikül çapına sahip başlangıç emülsiyonlar verilir.</li> </ol>
Blender, turbin ve karıştırıcı	Yüksek hızda çalışan blender	<ol style="list-style-type: none"> <li>Orta ve düşük viskoziteli emülsiyonlar elde edilir.</li> <li>Partikül çapı 2 <math>\mu\text{m}</math> ye kadar düşürülebilir.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Lokalize olşuan ısı artışı termal degradasyona neden olabilir.</li> </ol>
Yüksek basınçlı valf homojenizatörü	Yoğun bir keme hızı kavitaston, laminar ve türbülanslı akış	<ol style="list-style-type: none"> <li>Orta ve düşük viskoziteli emülsiyonlar elde edilir.</li> <li>Partikül çapı 0,1 <math>\mu\text{m}</math> ye kadar düşürülebilir</li> <li>Tek ve çift kademelei vanalı olmak üzere iki farklı yüksek basınçlı homojenizatörler kullanılır.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Genellikle kademeli olarak gerçekleşen homojenizasyonda ikinci kademedeki kullanılır (Sisteme partikül çapı yüksek kaba emülsiyonlar yüklenir).</li> </ol>

## 2.4.Salata sosu üretiminde yeni yaklaşımlar

Salata sosu üretimi son yıllarda düşük yağ ve sodyum içeriğine sahip, düşük kalorili ve sağlığa faydalı fonksiyonel bileşenler içeren ürünler üzerine odaklanmıştır. Düşük kalorili sos üretiminde temel prensip yumurta sarısı tozu ve yağ oranının azaltılmasıdır. Yağ oranının azaltılmasıyla salat soslarında yapıda gözlenebilecek zayıflıklar ise ksantan gam başta olmak üzere stabilizatör maddelerin kullanımıyla güçlendirilmektedir. Yumurta sarısı gibi kolesterol değeri yüksek emülgatörler yerine benzer işlevi görebilecek proteinler tercih edilmektedir (Sikoro 2008). Özellikle baklagil unlarının salata sosu üretiminde kullanılmasına yönelik araştırmaların sayısı artmaktadır (Ma ve ark. 2015; Ma ve Boye 2013). Proteinlerin yanı sıra bazı pre-jelatinize nişasta gibi polisakkarit yapıdaki bileşenlerin yağı azaltılmış salata soslarında kullanmasına yönelik çalışmalar yürütülmüştür (Bortnowska ve ark. 2014).

Salata sosu üretiminde bir diğer yeni yaklaşım ise prebiyotik ve probiyotik salata sosu üretimidir. Özellikle inülin, pektin ve bazı meyvelerden elde edilen liflerin salata sosu üretiminde kullanılabilir (Sikoro 2008). Bu amaçla yürütülmüş bazı çalışmalar prebiyotik ve probiyotik salata sosu üretiminin mümkün olabileceğini göstermektedir (Mantzouridou ve ark. 2012; Mantzouridou ve ark. 2013).

Salat sosu üretiminde bir diğer önemli yaklaşım ise sağlığa yararlı fonksiyonel bileşen içeren hammaddelerin salata sosu üretiminde kullanılmasıdır. Özellikle soğuk pres yağlar, zeytin yağı ve çoklu doymamış yağ asidi içeren yağların salata sosu üretiminde kullanılmasını bu kapsamda değerlendirebiliriz (Sikoro 2008). Bizim çalışmamızın en önemli amaçlarından birisi de sağlığa faydalı bileşenler içeren soğuk pres yağların salata sosu üretiminde kullanılmasıdır. Bunların yanında probiyotik mikroorganizmalara ilave olarak Ekzo polisakkarit üreten bazı bakteri türlerinin salata sosu üretiminde kullanılmasına yönelik çalışmalarda yapılabilir. Böylece ksantan gam gibi stabilizatörlerin yerine veya bu gamlarla birlikte ekzopolisakkarit içeren salata soslarının üretimi de araştırılacaktır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Çalışmamızda kullanılan soğuk pres kabak çekirdeği, zeytin yağı ve susam yağı Neva Gıda Maddeleri ve Baskı Malzemeleri Sanayi Dış Ticaret Limited Şirketi'nden (Esenyurt, İstanbul) temin edilmiştir. Soğuk pres yağların kimyasal bileşimlerinin ürün ve üretim farklılığı gibi şartlarından etkileneceği için aynı seri üretimden tek seferde alım yapılmıştır. Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği laboratuvarına getirilen yağlar analiz öncesine kadar düşük sıcaklıkta (10°C) ışık geçirmeyen ortamda kapalı şekilde depolanmıştır. Ayrıca asitlik verici ajanlardan limon suyu üretimi laboratuvar şartlarında yapılmıştır. Taze limon meyvesi İstanbul piyasasından tek seferde temin edilmiştir. Formülasyonda kullanılan diğer asitleyici ajan olan sirke ise aynı seri numarasına sahip olan üretimden elde edilmiştir. Analizlerde kullanılan kimyasallar ksantan gam, sodyum benzoat, yumurta sarısı tozu, fenol ftaleyn, metanol, etanol, KOH, hekzan, potasyum iyodür ve besiyerleri Sigma (St. Louis, ABD) ve Merck'den (Darmsdat, Almanya) temin edilmiştir.

#### **3.2. Yöntem**

Bu çalışma iki ana başlık altında planlanmıştır. Birinci aşamada salata soslarının reolojik özellikleri ölçülerek ticari örnekler baz alınmak suretiyle formülasyon optimizasyonu yapılmıştır. Optimizasyon sonuçlarına göre üretilen üründe optimizasyon işleminin başarısını ölçmek amacıyla reolojik özellikler (3-ITT), partikül boyutu, zeta potansiyeli, emülsiyon stabilitesi ve fizikokimyasal analizler yapılmıştır.

İkinci aşamada belirlenen formülasyona göre üretilen salata soslarının soğuk pres yağ (kabak çekirdeği, susam ve zeytinyağı), asitlik verici ajanlar (limon suyu ve sirke) ve baharatların (Kekik, kırmızı biber ve nane) salata soslarının raf ömrü (oksidatif stabilite, emülsiyon stabilitesi ve mikrobiyal gelişim), duyuşsal, fiziko-kimyasal, reolojik ve mikro yapısal özelliklerine etkisi incelenmiştir.

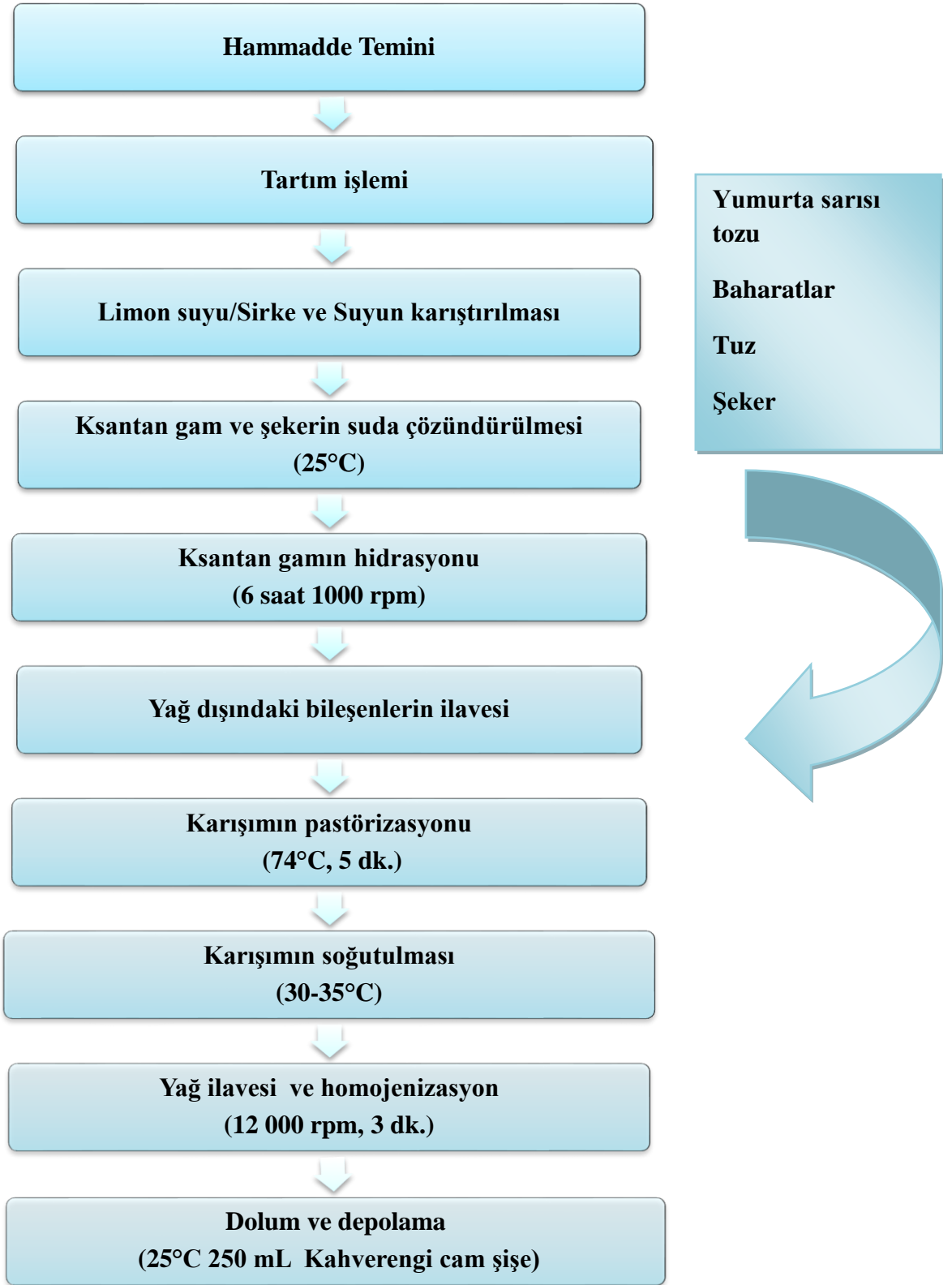
##### **3.2.1. Salata sosu üretimi**

Salata sosu üretiminin akış şeması Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Salata sosu üretiminde kullanılan sirke ticari olarak elde edilirken, limon suyu laboratuvar şartlarında üretilmiştir. Bunun nedeni diğer limon soslarında çeşitli stabilizatör ve emülgatör maddelerin ürünün başta

kıvam olmak üzere fizikokimyasal ve duyuşsal niteliğinde değişikliğe sebep olmasdır. Bu durum tekerrürler arasında önemli bir farkın çıkmasına ve optimizasyon sonuçlarının yanlış yorumlanmasına sebebiyet verebilir. Bu amaçla limon meyveleri tek parti olarak temin edilmiş ve bu meyvelerden limon suyu elde edilmiştir. Limon suyunda gelecek mikrobiyal yükü elimine etmek amacıyla üretilen limon suyu 90°C’de 5 dakika süreyle pastörizasyon işlemine tabi tutulmuştur.

Salata sosu üretiminin ilk aşamasında belirlenen formülasyonlara göre sirke ve su tartılıp, bir beher içerisine ilave edilmiştir. Sirke/limon suyu ve suyun karıştırılmasından sonra bir miktar şekerle birlikte ksantan gam sirke su karışımı içerisinde oda sıcaklığında çözüldürülmüştür. Çözünme işlemi sırasında çökelme ve topaklanma olmaması için spatül ile ksantan gam yavaş yavaş su sirke karışımına ilave edilmiştir. Ksantan gamın suda çözüldürdükten sonra tamamen hidrate olması için belirli bir süre (6 saat) manyetik karıştırıcıda 1000 rpm’de karıştırmaya devam edilmiştir. Daha sonra yağ dışındaki diğer bileşenler (yumurta sarısı tozu, sodyum benzoat, baharatlar -kırmızıbiber, nane, kekik, tuz ve şeker) sulandırılmış ve asitlendirilmiş ksantan gam çözeltisine ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcıda 1000 rpm de karıştırma işlemi devam etmiştir. Karıştırma işlemi sonrasında karışım 74°C’de 5 dakika süreyle pastörizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Pastörize olan karışım 30-35°C’ ye soğutulup soğuk pres yağlar ilave edilmiş ve ultra turaks ile (Daihan, HG-15D) homojenizasyon işlemi yapılmıştır. Homojenizasyon işlemi 12000 rpm’de 3 dakika olarak uygulanmıştır. Homojenizasyon işlemi sonrası kapakları sıkıcı kapatılan ürünler kahverengi renklendirilmiş şişelerde oda sıcaklığında depolanmıştır.

Salata sosu üretiminde ve depolamada kullanılacak her bir malzeme üretim öncesi (beher, şişe, ultra turaks probu) otoklavda sterilize edilmiştir. Üretim sırasında da gerek kullanılan alet ve ekipmandan, gerekse de çevreden herhangi bir bulaşma olmaması için iyi hijyen uygulamalarına özen gösterilmiştir. Özellikle pastörizasyon sonrasında ultra turaks ve çevreden bulaşma olmaması için ultra turaks probu, her bir işlemde sonra sıcak su ile temizlendikten sonra kullanılmıştır.



**Şekil 3.1.** Salata sosu üretim akış şeması

### 3.2.2. Deneysel Dizayn

Yanıt yüzey metodu (YYM) ve tüm faktöriyel merkezi komposite dizayn (CCRD) kullanılarak yağ, ksantan gam ve yumurta sarısı tozu konsantrasyonunun (g/100g) salata sosunun akış davranış ve dinamik reolojik özelliklere etkisi araştırılmış ve kıvam katsayısı değerine göre optimum formülasyon belirlenmiştir. Optimum formülasyon belirlenirken ticari olarak üretilen 3 farklı salata sosunun reolojik özellikleri dikkate alınmıştır. 17 farklı deneysel nokta Design expert software (Version 7 Stat-Easy Co., Minneapolis, MN, USA) programıyla elde edilmiştir (Çizelge 3.1). Üç tekerrür olarak üretilen örneklerden 3 paralel ölçüm yapılmış ve bu değerlerin ortalamaları ve standart sapması hesaplanmıştır.

**Çizelge 3.1.** Salata sosu formülasyon optimizasyonu için deneme dizaynı

Deneme	Yağ (%)	Emülgatör (%)	Stabilizatör (%)
1	20	0,64	0,5
2	30	6	0,25
3	10	6	0,75
4	30	2	0,75
5	30	6	0,75
6	30	2	0,25
7	10	6	0,25
8	20	4	0,5
9	20	4	0,5
10	20	4	0,92
11	10	2	0,25
12	20	4	0,5
13	20	7,36	0,5
14	3,8	4	0,5
15	36,2	4	0,5
16	10	2	0,75
17	20	4	0,08

### 3.2.3. Reolojik analizler

Soğuk pres kabak çekirdeği, susam ve zeytin yağının akış davranış reolojik özellikleri ve bu yağlardan elde edilen salata soslarının akış davranış, dinamik ve 3-ITT reolojik özellikleri, stres ve sıcaklık kontrollü peltier ısıtma sistemine sahip reometre (Anton Paar, MCR 302, Avusturya) ile belirlenmiştir. Tüm reolojik analizler 25 °C de gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2.3.1. Akış davranış reolojik özellikler

Örneklerin akış davranış reolojik özellikleri paralel plate konfigürasyonu kullanılarak 0-100 kesme hızı ( $s^{-1}$ ) aralığında belirlenmiştir. Reometre probu ve numune plakası arasında 0,5 mm boşluk bırakılmıştır. Reometre ölçüm plakasını taşıracak kadar (yaklaşık 2 g) örnek ilave edilmiş ve sıcaklık dengesi sağlanana kadar kısa bir süre beklenildikten sonra analiz başlatılmıştır. Kesme hızına karşılık gelen kayma gerilimi ve görünür viskozite değerleri kaydedilmiştir. Akış davranış reolojik özelliklere ait parametreler Herchel Bulkley model ve doğrusal olmayan regresyon kullanılarak tespit edilmiştir;

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

eşitlikte  $\tau$  değeri kayma gerilimini (Pa),  $\tau_0$  akma gerilimini (yield stres(Pa)),  $K$  kıvam katsayısını ( $Pa s^n$ ),  $\dot{\gamma}$  kesme hızını ( $s^{-1}$ ) ve  $n$  ise akış davranış indeksini (boyutsuz) ifade etmektedir.

#### 3.2.3.2. Dinamik reolojik analizler

Salata sosu örneklerinin dinamik reolojik analizleri paralel plate konfigürasyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle liner viskoelastik bölgeyi belirlemek amacıyla amplitude sweep testi %0,1 ve %100 strain aralığında gerçekleştirilmiştir. Bu belirlenen değere göre frekans sweep testi 0,1-10 Hz frekans ve 0,1-64 ( $\omega$ ) açısal hız aralığında belirlenmiştir. Açısal hız ve frekans değerine karşılık depolama modülü ( $G'$ ), kayıp modülü ( $G''$ ), kompleks viskozite ( $\eta^*$ ) değerleri ölçülmüştür. Dinamik reolojik özellikler ile ilgili parametreler Oswald de Weale model ve lineer olmayan regresyon kullanılarak belirlenmiştir (Yoo ve Rao 1996);

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

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



$$\eta^* = K^* \times (\omega)^{n-1} \quad (3.4)$$

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

### 3.2.3.3. 3 –ITT (3 zaman aralıklı tiksotropik test)

Salata sosu örneklerinin 3-ITT reolojik özellikleri sabit kesme hızı değeri olarak  $0,5 \text{ s}^{-1}$  ve değişken kesme hızı değerleri olarak  $50$ ,  $100$  ve  $150 \text{ s}^{-1}$  değerleri kullanılmıştır. Bu değerlerin seçilmesinde lineer viskoelastik bölgeye yakınlık dikkate alınmıştır. Salata sosunun lineer viskoelastik bölgesi  $42 \text{ s}^{-1}$  değerinde sonlanmaktadır. Lineer olmayan bölgeye yakınlık ve uzaklık ta uygulanan ani kesme hızında salata sosunun reolojik davranışlarını test etmek amacıyla bu kesme hızı değerleri seçilmiştir. Ürün ilk zaman aralığında çok düşük bir kesme hızına ( $0,5 \text{ s}^{-1}$ )  $100 \text{ s}$  tabi tutulmuştur. İkinci zaman aralığında ise yukarıda belirlenen kesme kuvvetlerine  $40 \text{ s}$  maruz bırakılmıştır. Üçüncü zaman aralığında ise ürün tekrar ilk zaman aralığındaki düşük kesme hızı seviyesine maruz bırakılarak ikinci zaman aralığındaki dinamik reolojik davranışı test edilmiştir. Bu amaçla salata sosu örneklerinin viskoelastik katı karakterindeki ( $G'$ ) değişim gözlemlenmiştir. Salata sosu örneklerinin üçüncü zaman aralığındaki davranışı ikinci dereceden yapısal kinetik model (*second order structural kinetic model*) kullanılarak modellenmiştir;

$$\frac{G' - G_e}{G_0 - G_e} = (n-1)kt + 1 \quad (3.5)$$

Eşitlikte  $G'$  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 ( $Pa$ ),  $k$  tiksotropik hız sabitini ifade etmektedir. Eşitlikteki  $n$  değeri denklem 2. dereceden bir denklem olduğu için 2 olarak kabul edilmiştir (Toker ve ark. 2015).

### 3.2.4. Fizikokimyasal analizler

#### 3.2.4.1. pH

Salata sosu örneklerinin pH ölçümü oda sıcaklığında pH metre (WTW-Inolab, Weilheim, Almanya) ile yapılmıştır. pH metre probu örneklerle doğrudan daldırılarak ölçüm yapılmıştır. Her bir örnek için 5 farklı ölçüm yapılmış ve ortalama değerler hesaplanmıştır.

#### 3.2.4.2. Serbest yağ asitliği (% majör yağ asidi cinsinden)

Salata sosu örneklerinin yüzde asitliği analizi için 5 g örnek bir erlen içerisinde tartılmıştır. Erlen içerisine eşit miktarda karıştırılmış 50 mL dietil eter ve etanol karışımı ilave edilmiştir. Yeterli karışım sağlanması ve etkin bir homojenizasyon için erlen içerisine bir manyetik balık ilave edilmiş ve manyetik karıştırıcıda karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Bu karışım içerisine birkaç damla fenolftalein çözeltisi ilave edilip etanol ile hazırlanmış 0,1 N potasyum hidroksit (KOH) çözeltisiyle titrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Titrasyon sırasında manyetik karıştırıcıda karışım işlemi devam etmiştir. Titrasyon sonu renk dönüm noktasına göre KOH sarfiyatı tespit edilmiştir. Salata soslarının depolama boyunca yağ fazlarında serbest yağ asitliğini belirlemek için salata soslarından yağ ekstraksiyonu yapılmıştır. Bu amaçla 50 g tartılan salata sosu örnekleri dondurulmuştur. 24 saat bekletilen örnekler oda sıcaklığında çözündürüldükten sonra 15 000 g de 10 dakika santrifüj işlemine tabi tutularak yağ fazı ekstrakte edilmiştir. Ekstrakte edilen yağların serbest asitliği IUPAC (1987) tarafından bildirilen yöntemle göre yapılmıştır. Yağların serbest yağ asidi değerleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir;

$$SYA = (V/m) \times 2.82 \text{ (oleik asit için)} \quad (3.6)$$

Eşitlikte SYA, serbest yağ asitliğini, V, baz sarfiyatını (mL) ve m ise örnek ağırlığını (g) ifade etmektedir.

#### 3.2.4.3. Kuru madde miktarı (%)

Salata sosu örneklerinin kuru madde miktarları AOAC (2000)'de belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. 5 g salata sosu örneği darası alınmış cam kaplara tartılıp 105°C' de etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur.

#### **3.2.4.4. Renk**

Salata sosu örneklerinin renk  $L^*$  (açıklık/koyuluk),  $a^*$  (kırmızılık/yeşillik),  $b^*$  (sarılık/mavilik) renk değerleri renk ölçüm cihazıyla (CR-400 Konica, Minolta, Tokyo, Japonya) belirlenmiştir. Renk ölçümü salata soslarının farklı yüzeylerinden olmak üzere 4 paralelli şekilde yürütülmüştür. Elde edilen değerlerin ortalaması ve standart sapması verilmiştir.

#### **3.2.5. Biyoaktif özellikler**

##### **3.2.5.1. Ekstraksiyon işlemi**

4 mL soğuk pres yağ örneği 15 mL'lik santrifüj tüpüne tartılmış ve 2 mL hegzan ilave edilerek yağ örneğinin çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra yağ hegzan karışımına 2 mL metanol ve su karışımı (80:20) ilave edilmiş ve vortekste etkili bir karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra karışım oda sıcaklığında karıştırıcıda (SimsekLabor Teknik, Ankara, Türkiye) 2 saat bekletilmiştir. Ekstraksiyon işlemi takiben elde edilen çözelti  $5000 \times g$  5 dk. için santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Santrifüj işlemi sonrasında iki faz elde edilmiştir. Üsteki yağ fazı otomatik pipetle alınmış ve kalan metanol fazı metanolle yıkanarak santrifüj (Universal 320, Hettich, Almanya) işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Elde edilen ekstrakt 0,45 µm filtrelerden (Sartorius Stedim Biotech, Gottingen, Almanya) geçirilmiş ve bir sonraki analizlerde kullanılmak üzere  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmıştır. Salata sosu örneklerinde ise benzer bir işlem yapılmıştır. Farklı olarak 5 g salata sosu örneği tartılıp emülsiyonun kırılması bir gün  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilmiştir. Daha sonra 20000 g 10 dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuş ve yağ fazı ayrılmıştır (Gouvinhas ve ark. 2014).

##### **3.2.5.2. Toplam fenolik madde miktarı (TFM)**

Toplam fenolik madde miktarı (TFM) Singleton ve Rossi (1965) tarafından bildirilen yönteme göre belirlenmiştir. Öncelikle 2N folin kimyasalı saf su ile 10 kat seyreltilerek 0,2 N lik seyreltik çözeltisi hazırlanmıştır. 0,5 mL ekstrakt santrifüj tüpüne ilave edilerek 2,5 mL seyreltik folin kimyasalı ve 2 mL %7,5 sodyum karbonat ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışım vorteksle etkili bir karıştırma işlemine maruz bırakılarak oda sıcaklığında 30 dk. bekletilmiştir. 30 dk bekleme sonrasında çözelti 760 nm de spektrofotometre (Shimadzu UV-

1800, Japonya) ile absorbanası ölçülmüştür. 1 kg örnekteki TFM miktarı gallik asit eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır (mg GAE/kg).

### 3.2.5.3. Antioksidan kapasite analizi

Örneklerin antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) radikalının inhibisyonuna dayalı Prior ve ark. (2005) tarafından bildirilen yönteme göre yapılmıştır. 0,5 mL metanolik ekstrakt 5 mL metanolde hazırlanmış DPPH radikali çözeltisine ilave edilmiş ve vorteks etkili bir karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilmiştir. Bekleme işleminden sonra örnekler cam küvetlere konularak 515 nm de spektrofotometrede absorbanası ölçülmüştür (Shimadzu UV-1800, Japonya). Kontrol örneği olarak saf metanol kullanılmıştır. Her bir işlem 3 paralelli olacak şekilde yürütülmüştür. Ekstraktların antioksidan aktivite değeri % DPPH inhibisyonu cinsinden aşağıdaki eşitlikten faydalanılarak yapılmıştır:

$$\% AA = \frac{A_{Kontrol} - A_{Örnek}}{A_{Kontrol}} \times 100 \quad (3.7)$$

Eşitlikte  $A_{Kontrol}$  örnek içermeyen çözeltinin absorban değerini,  $A_{Örnek}$  ise örnek içeren çözeltinin absorban değerini göstermektedir.

### 3.2.6. Emülsiyon Özellikleri

#### 3.2.6.1. Emülsiyon stabilitesi

Salata sosu örneklerinin emülsiyon stabilitesinin belirlemek amacıyla ürünlerin depolama boyunca faz ayrımı gözlemlenmiştir. Bu amaçla örnekler 15 mL lik ölçülü tüplere ilave edilerek 56 gün depolanan örneklerde 15 gün süre arayla faz ayrılması gözlemlenmiştir. Örneklerin emülsiyon stabilitesi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesap edilmiştir:

$$E_s = \frac{H_y}{H_t} \times 100, \quad (3.8)$$

eşitlikte  $E_s$  emülsiyon stabilitesini,  $H_y$  ayrılan yağ fazının yüksekliği ve  $H_t$  ise emülsiyonun toplam yüksekliğini ifade etmektedir (Mantzouridou ve ark. 2012).

### **3.2.6.2. Zeta potansiyeli ( $\zeta$ ) ve Partikül boyutu ölçümü**

Salat sosu örneklerine su içerisinde dağılmış yağ partiküllerinin boyutu ve  $\zeta$  potansiyeli elektroforez ve dinamik ışık saçınımı sistemine sahip zeta potansiyeli ve partikül boyutu ölçüm cihazıyla (Nanosizer, Malvern Instruments, Worcestershire, UK) belirlenmiştir. Ölçüm öncesinde örnekler ultra saf ile 100 kat seyreltildikten sonra ultrasonik su banyosunda karıştırılmak suretiyle homojenizasyonu sağlanmıştır. Zeta potansiyeli ölçümünde 3 paralel ölçüm yapılmış, değerleri ortalaması ve standart sapması verilmiştir. Örneklerin partikül boyutu ise dinamik ışık saçınımı tekniğine göre belirlenmiştir.

### **3.2.7. Oksidatif stabilite analizleri**

Örneklerin oksidatif stabilite analizi Rancimat 743 cihazı (Metrohm, Herisau, İsviçre) kullanılarak yürütülmüştür. Soğuk pres yağların ransimat değerleri örneklerin ransimat hücrelerine direk ilave edilmesi suretiyle yapılmıştır. 3 g örnek ransimat hücrelerine ilave edilirken su haznesine 60 mL saf su eklenmiştir. Ransimat hücresinin sıcaklığı 120 °C ye hava akış hızı ise 15l/saat olarak ayarlanmıştır. Örneklerin oksidatif stabilitesi indüksiyon süresine göre değerlendirilmiştir (Upadhyay ve Mishra 2015). Soğuk pres yağların peroksit sayısı değerleri AOAC (2007) de bildirilen yöntemle göre yapılmıştır.

### **3.2.8. Duyusal analizler**

Salat sosu örneklerinin duyusal analizleri kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) ile belirlenmiştir (Yılmaz ve ark. 2011). 5 bayan ve 5 baydan oluşan panelistlerin yaşı 22-45 arasında değişmektedir. Panelistler analiz öncesi 12 saat süreyle belirli günlerde eğitim almışlardır. Panelist liderinin eşliğinde, panelistler laboratuvar koşullarında üretilen farklı nitelikteki salata sosları servis edilmiş ve her bir salatta sosu için 6 farklı tanımlayıcı terim geliştirilmiştir. Panel oturumlarında rastgele seçilen 3 örnek panelistlere servis edilmiş ve örnekler farklı numerik sayılarla kodlanmıştır. Her bir oturumlarda örnekler 2 paralel olarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Panelistler örneklerin duyusal parametreleri için 1-9 arasında puanlar vermiştir. Ürünlerin kabul edilebilirlik değerleri 1 den 9 a doğru artmaktadır. Duyusal analiz gün ışığında oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Salata sosu örneklerinin sunumu plastik beyaz kaplarda gerçekleştirilmiş ve her bir örnek için 100 g salata sosu kullanılmıştır. Örneklerin sunumu sırasında

### **3.2.9. Yağ asidi bileşimi**

Soğuk pres yağların yağ asitleri bileşimi, yağ asitlerinin metil esterleri hazırlandıktan sonra gaz kromatografisi (Agilent 6890, Agilent, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Yağ asitlerinin metil esterleri AOCS Ce 1-62 (1997) tarafından bildirilen yönteme göre hazırlanmıştır. Yağ asitlerinin ayrıştırılmasında FID (100m × 0.25mm ID HP-88) kolunu kullanılmıştır. Enjeksiyon sıcaklığı 250°C ye ayarlanmıştır. Fırın sıcaklık programı ise şu şekilde ayarlanmıştır: 103°C’de 1 dakika bekledikten sonra 170°C (6.5°C/dk.) ve 230°C (12 dk. 2.5°C/dk.) ye sırasıyla çıkarılmıştır. Son olarak bu sıcaklıkta (230°C’de) 5 dk. bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmıştır (akış hızı 2mL/dk, split oranı 1/50). Elde edilen piklerin alikonma zamanları standart piklerle (Sigma St. Louis, USA) kıyaslanarak yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Elde edilen pik alanları göz önünde tutularak yağ asitlerinin yüzdece oranları hesap edilmiştir. Sonuçlar g yağ asidi/100 g toplam yağ asidi şeklinde sunulmuştur.

### **3.2.10. Mikrobiyolojik Analizler**

#### **3.2.10.1. Toplam Mezofil Aerob Bakteri (TMAB) Sayımı**

Salata soslarının toplam bakteri sayımı, PCA (Plate Count Agar-MERCK 1.05463.0500) besiyeri kullanılarak 37°C’de 48 saat ile aerobik inkubasyon koşullarında gelişen koloniler sayılması suretiyle belirlenmiştir . Öncelikle saf su yardımıyla hazırlanan steril PCA besiyeri 44-46  C’ye soğutulmuş ve petrilere yaklaşık 20 ml kadar dökülmüştür. Besiyerlerinin soğumasını takiben, uygun dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekim yapmak amacıyla, 10 g örnek steril şartlarda ve steril spatül yardımıyla tartılarak üzerine 90 ml steril peptone water (SCHARLAU 02-494) ilave edilmiştir. Daha sonra homojenizatörde (VWR Star Blender LB 400) 2 dk homojenize edilmiştir. Öncelikli olarak 10<sup>-1</sup> oranında hazırlanan bu solüsyondan 10<sup>-2</sup> ve 10<sup>-3</sup> oranında dilüsyonlar hazırlanmış ve her dilüsyondan 0,1 ml PCA besiyerinin üzerine paralelli olarak ekim yapılmıştır (Kaçar 2005).

#### **3.2.10.2. Maya ve Küf Sayımı**

Maya ve küf sayımı için DRBC Agar (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol-MERCK 1.00466.0500) besiyeri kullanılmış ve 28  C’de 5 gün süren aerobik inkubasyon sonucunda gelişen koloniler sayılmıştır ( zelik 1998). İlk olarak saf su yardımıyla

hazırlanan steril DRBC besiyeri 44-46 °C'ye soğutulmuş ve petrilere 15-20 ml kadar dökülmüştür. Petrilere bulunan besiyerleri soğuduktan sonra uygun dilüsyonlar oluşturulmuş ve yayma plak yöntemi ile ekimi yapılmıştır. Tartım işlemleri mezofil bakteri sayımındaki işlemlere benzer şekilde yürütülmüştür. Dilüsyonlar  $10^{-2}$  ve  $10^{-3}$  oranında hazırlanmış ve bu dilüsyonların ekim işlemi DRBC agar üzerine yayma plak yöntemi ile ve paralelli olarak yapılmıştır (Seow ve ark 2012).

### **3.2.10.3. Probiyotik mikroorganizmaların ilave edilmesi**

Bu çalışmada *L. paracasei subsp. paracasei* kullanılmıştır. -80 °C' de depolanan örnekler MRS broth (Panreac, Barcelona, Spain) besiyerinde çoğaltılarak  $2 \times 10^8$  kob/g sayısında homojenizasyon öncesinde sulu faza inoküle edilmiştir.

### **2.2.8. İstatistiksel analiz**

Salata sosu üretimi üretimi 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş. Her bir tekerrürde üretilen örneklerde analizler 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Verilerin karşılaştırılması için Duncan çoklu karşılaştırma testi %5 güven aralığında uygulanmıştır. İstatistiksel uygulamalar ise SPSS paket bilgisayar programıyla (IBM, USA) yürütülmüştür. Reolojik analizler sonucunda Herchel Bulkley ve Power law model parametreleri lineer olmayan regresyon analizleri yardımıyla hesap edilmiştir. Lineer olmayan regresyon analizler Statistica yazılım programı (Stat Soft Inc., Tulsa, OK) kullanılarak yapılmıştır.

## **4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA**

Soğuk pres yağlardan salata sosu üretiminde formülasyon optimizasyonu için deneme dizaynı oluşturulmuş ve bu deneme dizaynında oluşturulan formülasyonlara göre üretilen salata soslarının akış davranış ve dinamik reolojik özellikleri ayrıntılı bir şekilde

incelenmiştir. Öncelikle 17 farklı deneme dizaynına göre elde edilen salata sosu örneklerinin akış davranış ve dinamik reolojik özellikleri ve ilgili parametreler daha sonra ise bu parametreler üzerine formülasyonda kullanılan emülgatör, yağ ve stabilizatörün etkisi yorumlanmıştır.

#### **4.1. Salata sosu formülasyonunda kullanılacak soğuk pres yağların karakterizasyonu**

Soğuk pres yağların bazı belirlenen fizikokimyasal özellikleri ve yağ asidi bileşimleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Soğuk pres yağlar salata sosunun fizikokimyasal ve duyuşsal özellikleri başta olmak üzere ürün kalitesin etkileyen başlıca bileşenlerdir. Bu amaçla salata soslarının depolama sırasında kalite özelliklerinin test edilmesinde yağların başlangıç özelliklerinin belirlenmesi çok önemlidir.

Yağların görünür viskozite değerleri 0,59-0,61 Pa.s olarak belirlenmiş, beklenildiği üzere örnekler arasında önemli bir fark tespit edilememiştir. Benzer sonuçlar Hosseini ve ark. (2015) tarafından da bildirilmiştir.

Fenolik maddeler soğuk pres yağların duyuşsal özelliklerini ve oksidatif stabilitelerini olumlu yönde etkileyen bileşenlerdir (Lee ve ark. 2007). Soğuk pres yağların TFM ve antioksidan kapasite değerleri arasında önemli bir fark bulunmuştur (Çizelge 4.1). Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite arasında bir uyum gözlemlenmiştir. Zeytinyağı için toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit/ kg yağ cinsinden 500 den fazlaysa yüksek fenolik oranına sahip, 250-500 arasında orta derecede fenolik içeriğe sahip ve 250 den küçük olanlar ise düşük fenolik içeriğine sahip zeytinyağı olarak tanımlanmaktadır (Servili ve Montedoro 2002). Çalışmamızdaki kullandığımız zeytinyağının fenolik değeri orta derecede fenolik içeriğe sahip zeytinyağı olarak değerlendirilebilir.

Ürünlerin indüksiyon periyotları ve peroksit sayıları sırasıyla 2,47-4,66 saat ve 1,23-9,47 meqO<sub>2</sub>/kg yağ olarak bulunmuştur. Ransimat değeri en düşük olan zeytinyağı beklenildiği gibi peroksit sayısı en yüksek olan yağdır. Ayrıca yağların peroksit sayıları “Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği”nde (Tebliğ No: 2012/29) (TGK 2012) soğuk pres yağlar için bildirilen peroksit sayısı değerlerinden oldukça düşük bulunmuştur.



Soğuk pres yağların serbest yağ asitliği değerleri bu yağlardan üretilen salata soslarının raf ömürleri açısından oldukça önemlidir. Başlangıç serbest yağ asitliği yüksek olan yağların uzun süre depolama sırasında raf ömrünü koruması beklenemez. Soğuk pres yağ örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri %1'den düşük (%0,61-0,75) çıkmıştır. Yağ örneklerinin serbest yağ asitliği değerlerinin rafine yağlara göre yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Soğuk pres yağlar herhangi bir kimyasal ve fiziksel rafinasyona tabi tutulmadıklarından yağların serbest yağ asitliği değerlerinin yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Diğer yandan yağların serbest yağ asitliği değerleri “Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği”nde (Tebliğ No: 2012/29) (TGK 2012) soğuk pres yağlar için bildirilen limit değerlerin oldukça altında olduğu tespit edilmiştir.

Soğuk pres yağ örneklerinin renk değerleri çeşitler arasında farklılık göstermiştir. Zeytin ve susam yağının  $L^*$  değeri bir birine yakın ve yüksek çıkarken; kabak çekirdeğinin  $L^*$  değeri bu yağlardan önemli olarak düşük bulunmuştur. En dikkat çekici sonuçlardan biri de, yağların  $b^*$  değeri arasında gözlenen farklılıklardır. En yüksek  $b^*$  değeri zeytinyağından elde edilirken; en düşük  $b^*$  değeri susam yağından elde edilmiştir. Kabak ve zeytinyağındaki klorofil başta olmak üzere yeşil renkli pigmentler bu duruma neden olmuş olabilir.

Soğuk pres yağ örneklerinin yağ asidi bileşimleri ise Çizelge 4.1'da gösterilmiştir. Kabak çekirdeği yağı, susam yağı ve zeytinyağının doymuş yağ asidi oranları sırasıyla, %17,26, %15,76 ve %15,73 olarak tespit edilmiştir. Kabak çekirdeğinin doymuş yağ asidi içeriği diğer iki yağ çeşidine göre yüksek çıkmıştır. Örneklerin tekli doymamış yağ asidi içeriği ise %39,80 ile %72,56 arasında değişkenlik göstermektedir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağının yağ asidi kompozisyonu Naziri ve ark. (2015)'nin bildirdiği sonuçlara oldukça benzemektedir. Zeytinyağı en fazla tekli doymamış yağ asidi içeriğine sahiptir. Bunun yanında çoklu doymamış yağ asidi ise zeytinyağında diğer yağlara göre beklenildiği üzere daha az bulunmuştur. Benzer sonuçlar daha önce yayınlanmış çalışmalarda da bildirilmiştir (Hosseini ve ark. 2015; Kelebek ve ark. 2015; Kim ve ark. 2015; Laroussi-Mezghani ve ark. 2015).

Özetleyecek olursak soğuk pres yağların fizikokimyasal özellikleri, oksidatif stabilite değerleri ve kimyasal madde bileşimi literatürde ve tebliğde belirlenen sınırlar içerisinde. Çalışmada kullandığımız bu yağların salata sosu üretiminde duyu, fizikokimyasal ve raf ömrü açısından herhangi bir olumsuzluklara neden olmayacağına işaret etmektedir.



**Çizelge 4.1.** Soğuk pres yağların fizikokimyasal özellikleri

Yağ örneği	Serbest asitlik (%)	AA (% DPPH)	TFM (mg/kg)	Peroksit Sayısı (me eq.O <sub>2</sub> /kg)	IP (saat)	Viskozite (Pa.s)	Renk		
							<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kabak çekirdeği yağı	0,6215 ± 0,02 <sup>c</sup>	3,05 ± 0,24 <sup>a</sup>	75,8216 ± 3,00	1,23 ± 0,02 <sup>c</sup>	4,66 ± 0,19 <sup>c</sup>	0,0610 ± 0,002 <sup>a</sup>	43,49 ± 1,23 <sup>a</sup>	4,39 ± 0,65 <sup>c</sup>	30,29 ± 1,21 <sup>b</sup>
Susam yağı	0,7501 ± 0,05 <sup>a</sup>	9,90 ± 0,30 <sup>b</sup>	181,2341 ± 34,07	3,92 ± 0,22 <sup>b</sup>	3,83 ± 0,22 <sup>b</sup>	0,0595 ± 0,002 <sup>a</sup>	62,83 ± 0,58 <sup>b</sup>	1,28 ± 0,13 <sup>b</sup>	13,34 ± 0,64 <sup>a</sup>
Zeytin yağı	0,6502 ± 0,07 <sup>b</sup>	10,6 ± 0,06 <sup>c</sup>	276,8432 ± 5,78	9,47 ± 0,41 <sup>a</sup>	2,47 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,0605 ± 0,001 <sup>a</sup>	60,25 ± 1,26 <sup>b</sup>	-6,53 ± 0,49 <sup>a</sup>	46,56 ± 0,30 <sup>c</sup>

Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak önemi belirtmektedir (P<0,05).

AA: antioksidan aktivite, TFM: toplam fenolik madde, IP: indüksiyon periyodu

**Çizelge 4.2.** Soğuk pres yağların yağ asidi kompozisyonu

Yağ asitleri (%)	Kabak çekirdeği yağı	Susam yağı	Zeytinyağı
Miristik asit (C <sub>14:0</sub> )	0,0998	0,0219	0,0184
Palmitik asit (C <sub>16:0</sub> )	10,2247	10,0452	12,7111
Stearik asit (C <sub>18:0</sub> )	6,3002	5,0813	2,5345
Araşidik asit (C <sub>20:0</sub> )	0,5064	0,5186	0,3551
Behenik asit (C <sub>22:0</sub> )	0,0837	0,0677	0,0959
Lignoserik asit (C <sub>24:0</sub> )	0,0515	0,0340	0,0295
<b>Doymuş</b>	<b>17,2663<sup>a</sup></b>	<b>15,7687<sup>b</sup></b>	<b>15,7377<sup>b</sup></b>
Palmitoleik asit (C <sub>16:1</sub> )	0,1577	0,2006	0,8317
Oleik asit (C <sub>18:1</sub> )	41,4182	39,4925	71,4307
Gadoleik asit (C <sub>20:1</sub> )	0,0709	0,0940	0,2876
Erusik asit (C <sub>22:1</sub> )	0,0000	0,0185	0,0000
Nervonik asit (C <sub>24:1</sub> )	0,0000	0,0000	0,0134
<b>Tekli Doymamış</b>	<b>41,6468<sup>b</sup></b>	<b>39,8082<sup>b</sup></b>	<b>72,5634<sup>a</sup></b>
Linoleik asit (C <sub>18:2</sub> )	40,7625	44,1325	10,7217
Linolenik asit (C <sub>18:3</sub> )	0,0981	0,2932	0,5042
<b>Çoklu Doymamış</b>	<b>40,8606<sup>b</sup></b>	<b>44,4255<sup>a</sup></b>	<b>11,2259<sup>c</sup></b>

Aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak önemi belirtmektedir (P<0,05).

#### 4.2. Akış Davranış Reolojik Özellikleri

Salata soslarının akış davranış reolojik özellikleri bu ürünlerin kalitelerin belirlenmesinde önemli bir göstergedir. Salata soslarının istenilen belirli derecede kıvam ve akma gerilimi (*yield stress*) değerine sahip olması, newton olmayan (Herschel Bulkley) akış özellik sergilemesi ve düşük akış davranış indeksi değerine ( $n$ ) sahip olması salata soslarının istenilen akış davranış özellikleridir (Ma ve Boye 2013).

Şekil 4.1’de tüm deneme noktalarından elde edilen formülasyonlarda üretilen salata soslarının akış davranış reolojik özelliklerine ait reogramlar gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere artan kesme hızına bağlı olarak örneklerin kayma geriliminde azalan bir artış gözlenmektedir. Bu durum artan kesme hızına bağlı olarak salata sosu örneklerinin viskozite değerlerinde azalmaya işaret etmektedir. Salata sosu örneklerinin artan kesme hızına bağlı olarak viskozite değerlerinde azalma gözlenmesi uygulanan kuvvet neticesinde üründe moleküller arasındaki zayıf bağların zarar görmesi ve bileşenler arasındaki interaksiyonun zayıflamasıyla açıklanabilir (Bortnowska ve ark. 2014; Utrilla-Coello ve ark. 2014). Daha önceki birçok çalışmada salata sosu örneklerinin bizim çalışmamızdaki salata sosu örneklerinde olduğu gibi artan kesme hızına bağlı olarak kayma geriliminde de artış yani *Herschel Bulkley* akış özelliğinde olduğu bildirilmiştir. (Franco ve ark. 1995; Franco ve ark. 2000; Martı’nez ve ark. 2007; Chatsisvili ve ark. 2012; Fernandez ve ark. 2012; Bortnowska ve ark. 2013) .

Ayrıca şekilden çıkarılabilecek diğer bir sonuç ise başlangıç kesme hızında örneklerin kayma gerilimi değerine sahip olması yani akma gerilimi içermesidir. Bu akış davranış özelliği biraz önce vurguladığımız gibi salata soslarından beklenen yield stres içeren *Herschel Bulkley* akış davranış özelliğidir (Franco ve ark. 1995; Diftis ve ark. 2005). Bu akış davranış özelliğine sahip ürünlerin reolojik özelliklerinin modellenmesinde *Herchel Bulkley* model kullanılmıştır.

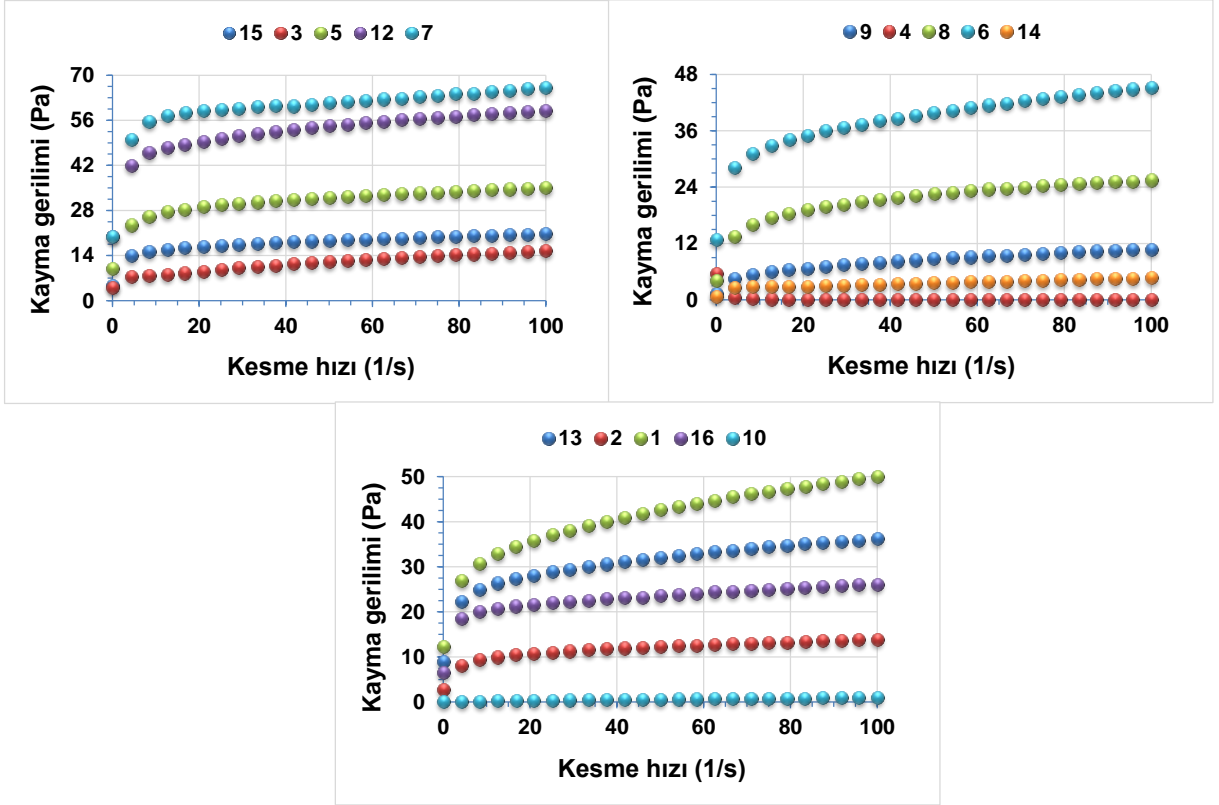
Bu model vasıtasıyla salata sosu örneklerinin kıvam katsayı ( $K$ ),  $n$  değeri ve akma gerilimi ( $\sigma_0$ ) değerleri hesaplanmıştır. 17 farklı deneme noktasından elde edilen salata soslarının bu değerleri Çizelge 4.3 de gösterilmiştir. Görüleceği üzere  $R^2$  değerinin 0,97’ den daha yüksek bulunması üretilen salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özelliklerinin *Herchel Bulkley* modeliyle başarılı bir şekilde modellenebileceğini göstermektedir. Örneklerin

$K$ ,  $n$  ve  $\sigma_0$  değerleri ürünlerin formülasyonlarına göre farklılık göstermiş ve sırasıyla 0,0370-20,0326 Pas<sup>n</sup>, 0,1342-0,7013 ve 0,0094-19,8236 Pa olarak bulunmuştur.

Örneklerin  $n$  değerleri 0,1342-0,7013 arasında bulunması diğer bir ifadeyle tüm örneklerin  $n$  değerinin 1'den küçük olması örneklerin Newton olmayan akış davranış özelliği gösterdiğine işaret etmektedir. Ayrıca beklenildiği gibi kıvam katsayı artıkça  $n$  değerinde bir azalma gözlenmektedir. Kıvam katsayısı düşük örneklerin  $n$  değeri daha büyük olarak tespit edilmiştir. Bilindiği üzere  $n$  değerinin 0 ile 1 arasında olması Newton olmayan akış özelliğine ve bu değerin 1'e yaklaşması Newton akışa doğru bir kaymanın göstergesidir. Salata soslarında  $n$  değerinin 0'a yakın olması yani pseudoplastik akış özelliğinin güçlü olması istenir. Üretilen örneklerin birçoğunun  $n$  değerini,  $n$  0,25'den daha düşük olduğu yani istenilen değerler arasında olduğu söylenebilir (Sikora ve ark. 2008; Ma ve Boye 2013).

Formülasyon optimizasyonu için  $K$  değeri parametre olarak kullanılmıştır. Örneklerin kıvam katsayısı değerleri arasında önemli bir fark görülmesi diğer bir ifadeyle maksimum ve minimum noktalar arasında ciddi fark görülmesi iyi bir optimizasyon için istenilen bir durum olmasa da deneme dizaynında ekstrem durumlar haricinde  $K$  değerleri 5,7715-11,0059 Pas<sup>n</sup> arasında birbirine yakın çıkması optimizasyon için elde edilen değerlerin uygunluğunu göstermektedir. Formülasyondaki içeriklerin her birinin örneklerin  $K$ ,  $n$  ve  $\sigma_0$  değerleri üzerine etkisi bir sonraki bölümde ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

Örneklerin  $\sigma_0$  değerlerinde ise  $K$  değerlerinde olduğu gibi farklılıklar gözlemlenmiştir. Salata sosu örneklerinin  $\sigma_0$  değerleri Çizelge 4.3'den de görüleceği üzere 2 örnek dışında 1 Pa dan daha yüksek çıkmıştır. Bu durum örneklerin yeterince sıkı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Örneklerin  $K$  ve  $\sigma_0$  değerleri arasında pozitif bir ilişki gözlenirken,  $n$  değerleri arasında negatif bir durum gözlenmiştir. Bu beklenen bir durumdur. Örneklerin kıvamı artıkça akışa karşı göstereceği direnç artacak ve ilk akış için gerekli enerji ve kuvvet miktarı da aynı şekilde artacaktır.  $K$  ve  $n$  değeri arasındaki negatif ilişki ise daha önceden de bahsetmiş olduğumuz gibi  $n$  değerindeki düşüş pseudoplastik akış davranışın artması ve sıkı bir yapının oluşmasıyla açıklanabilir.



Şekil 4.1 Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri

**Çizelge 4.3** Salata sosu formülasyonu optimizasyonu deneme dizaynı ve akış davranış reolojik özellikleri

<b>Deneme</b>	<b>Yağ (%)</b>	<b>Emülgatör (%)</b>	<b>Stabilizatör (%)</b>	<b><math>K</math> (<math>Pas^n</math>)</b>	<b><math>N</math></b>	<b><math>\sigma_0</math> (Pa)</b>	<b><math>R^2</math></b>
<b>1</b>	20	0,64	0,5	5,7715 ± 0,07	0,1696 ± 0,002	4,5054 ± 0,178	0,9995
<b>2</b>	30	6	0,25	2,1966 ± 0,10	0,5083 ± 0,018	3,6084 ± 0,88	0,99745
<b>3</b>	10	6	0,75	10,9977 ± 0,07	0,1776 ± 0,002	10,020 ± 0,17	0,9991
<b>4</b>	30	2	0,75	17,0915 ± 1,02	0,1495 ± 0,035	16,2541 ± 1,36	0,9995
<b>5</b>	30	6	0,75	20,0329 ± 1,38	0,1342 ± 0,034	19,8236 ± 0,08	0,9975
<b>6</b>	30	2	0,25	1,8480 ± 0,03	0,3546 ± 0,004	1,3136 ± 0,005	0,9998
<b>7</b>	10	6	0,25	0,7934 ± 0,02	0,3305 ± 0,002	0,5945 ± 0,02	0,9974
<b>8</b>	20	4	0,5	7,3630 ± 0,07	0,2306 ± 0,007	5,4867 ± 0,63	0,9989
<b>9</b>	20	4	0,5	7,8783 ± 0,16	0,2179 ± 0,002	6,5126 ± 0,28	0,9988
<b>10</b>	20	4	0,92	11,0059 ± 0,24	0,2322 ± 0,005	12,8691 ± 0,01	0,9994
<b>11</b>	10	2	0,25	0,7934 ± 0,25	0,3831 ± 0,078	1,1476 ± 0,35	0,9875
<b>12</b>	20	4	0,5	7,5856 ± 0,23	0,2152 ± 0,015	5,8755 ± 0,47	0,9985
<b>13</b>	20	7,36	0,5	9,6630 ± 0,17	0,2146 ± 0,003	8,4209 ± 0,74	0,9998
<b>14</b>	3,8	4	0,5	4,0923 ± 0,01	0,2168 ± 0,001	2,8091 ± 0,04	0,9995
<b>15</b>	36,2	4	0,5	12,4092 ± 0,20	0,1670 ± 0,000	12,0858 ± 0,26	0,9997
<b>16</b>	10	2	0,75	9,0462 ± 0,56	0,1606 ± 0,008	6,9208 ± 0,48	0,99865
<b>17</b>	20	4	0,08	0,0370 ± 0,00	0,7013 ± 0,011	0,0094 ± 0,00	0,9999



### 4.3. Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri üzerine formülasyonun etkisi

#### 4.3.1. Kıvam katsayısı (K)

Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri ( $K$ ,  $n$  ve  $\sigma_0$ ) üzerine formülasyondaki yağ, emülgatör ve stabilizatör miktarının etkisi yanıt yüzey yöntemiyle belirlenmiştir. 17 farklı deneme dizaynı sonucu oluşturulan farklı formülasyonlar ve bu formülasyonların  $K$ ,  $n$  ve  $\sigma_0$  değeri üzerine etkisi kubik model ile modellenmiştir.

Farklı formülasyon kullanımının  $K$  değeri üzerine etkisi gösteren modele ait  $R^2$ , Adj  $R^2$  değerleri sırasıyla 0,9890 ve 0,9765 olarak bulunmuştur.  $R^2$  değerinin yüksek çıkması  $K$  değeri üzerine formülasyon etkisinin kubik model ile başarılı bir şekilde açıklanabileceğini göstermektedir. Modelden elde edilen veriler ( $P=0,001$ ) bu üç farklı bileşenin  $K$  değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu açıklamaktadır. Ayrıca modele ait *lack of fit* değeri ise önemsiz ( $P=0,26$ ) olarak bulunmuştur.  $K$  değeri üzerine yağ, stabilizatör ve emülgatör etkisi gösteren eşitlik aşağıda verilmiştir:

$$R = -22,78106 + 2,4497 \times \text{Yağ} - 0,3083 \times \text{Emülgatör} + 54,7039 \times \text{Stabilizatör} - 4,65178 \times \text{Yağ} \times \text{Stabilizatör} + 1,62860 \times \text{Emülgatör} \times \text{Stabilizatör} - 0,065165 \times \text{Yağ}^2 - 9,99265 \times \text{Stabilizatör}^2 + 0,13713 \times \text{Yağ}^2 \times \text{Stabilizatör}$$

Her bir bileşenin örneklerin  $K$  değeri üzerine etkisi Şekil 4.2 de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere yağ, emülgatör ve stabilizatör oranının artması örneklerin  $K$  değerlerinde de artışa neden olmuştur. Yağ, emülgatör ve stabilizatör etkisinin  $K$  değeri üzerine etkisini ayrı ayrı incelediğimizde herbirinin aynı derecede etkili olmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 4.2). Her bir bileşenin  $K$  değeri üzerine etkisi önemli görülse de stabilizatör madde miktarındaki değişimin  $K$  değeri üzerine etkisi daha çok belirgindir. Orta ve yüksek stabilizatör düzeylerinde çok yüksek  $K$  değeri elde edilirken düşük stabilizatör içeren örneklerin  $K$  değerlerinde önemli bir artış gözlenmemiştir. Bu durum stabilizatörlerin belirli yüzdeleri aştıktan (%0,3) sonra ancak kıvam üzerinde etkisinin olabileceğine işaret etmektedir. Diğer taraftan, düşük, stabilizatör içeriğinde yağ ve emülgatör miktarı artışı  $K$  değerlerinde bir miktar artışa sahip olurken stabilizatör içeriğinin orta noktalara kaymasıyla yağ ve emülgatör artışının etkisi daha net gözlenmektedir.

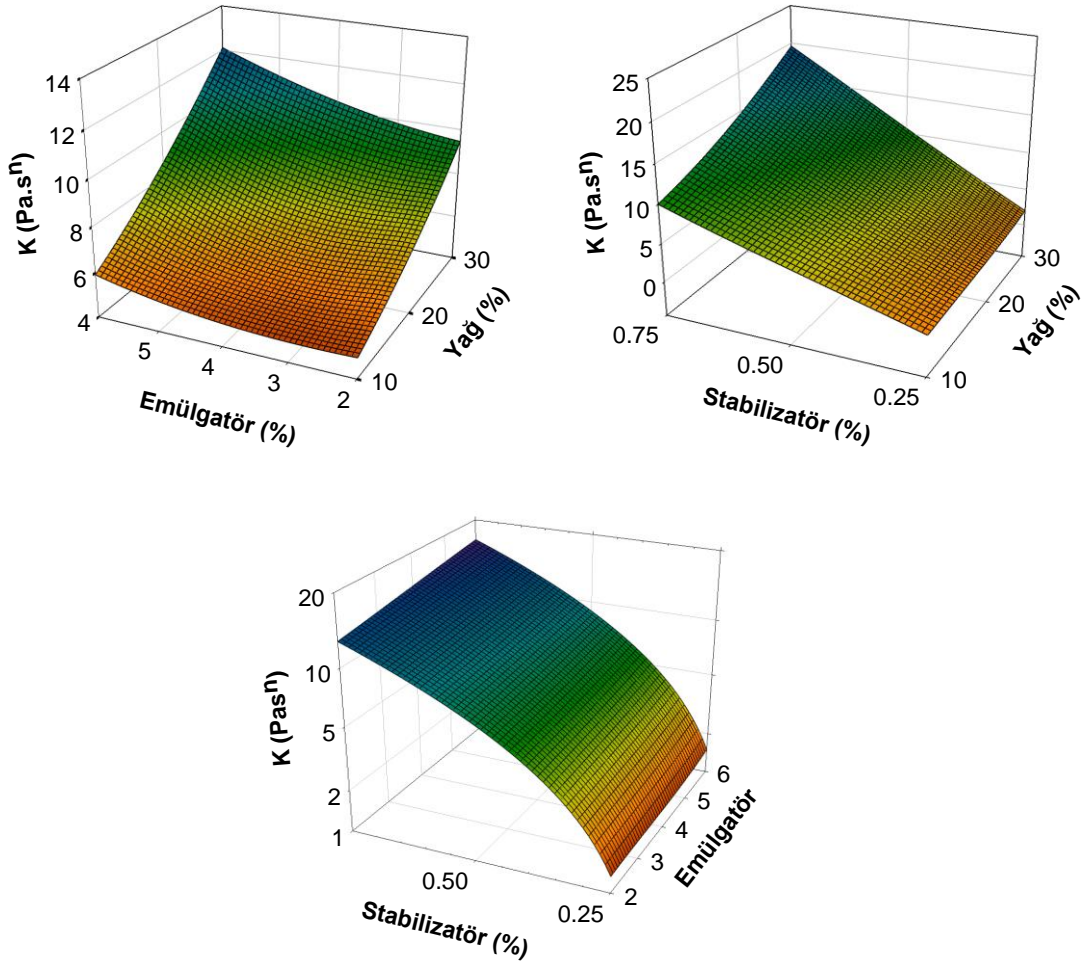
Özetle belirli düzeyden sonra stabilizatör başta olmak üzere her bir bileşenin artması  $K$  değerlerinde önemli bir artışa neden olmuştur. Bu durum stabilizatör madde içeriğinin artması diğer bileşenlerinde etkisini güçlendirdiğini göstermektedir (Sikora ve ark. 2008).

Yumurta sarısı tozu, stabilizatör ve yağ miktarının artışıyla salata sosu ve benzeri ürünlerin  $K$  değerindeki artış diğer araştırmacılar tarafından da gözlemlenmiştir (Mantzouridou ve ark. 2013; Bortnowska ve ark. 2014). Araştırmacılar yağ, stabilizatör ve emülgatör içeriğinin artmasıyla  $K$  değerindeki bu artışı moleküller arasındaki zayıf elektrostatik ve hidrofobik interaksiyona, 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 arasında etkileşimin artması ve sonucunda da daha kararlı ve sıkı bir yapının oluşmasıyla açıklanabilir (Ma ve Barbosa-Cánovas 1995; Huck-Iriart ve ark. 2011; Mantzouridou ve ark. 2013). 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 bileşenlerin sinerji etki gösterdiklerini de göstermektedir. 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 (Raymundo ve ark. 1998; Sikora ve ark. 2008; Pero ve ark. 2014).

Yapılan bir çalışmada stabilizatör, yulaf unu ve yağ miktarının probiyotik bakteri içeren salata sosunun reolojik özellikleri, emülsiyon stabilitesi, partikül boyutu ve zeta potansiyeline etkisi incelenmiştir (Mantzouridou ve ark. 2013). Farklı deneme dizaynlarında üretilen salata soslarının  $K$  değerleri 3,26 ve 121,68 Pas<sup>n</sup> arasında tespit edilmiştir. Bizim çalışmamıza benzer olarak yağ ve stabilizatör miktarı arttıkça ürünün  $K$  değerinde önemli bir artış gözlemlenmiştir.

Bir başka çalışmada ise mercimek unu kullanımının salata sosu örneklerinin fiziksel, mikroyapısal ve reolojik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Ürün akma gerilimi içeren pseudo plastik (Herchel Bulkley) akış davranış özelliği göstermiştir. Başka bir çalışmada ise

yumurta sarısı tozu ve mercimek, fasulye gibi bazı bitkilerden elde edilen unların salata sosu örneklerinin akış davranış özelliklerine etkisi incelenmiştir (Ma ve ark. 2015). Araştırmacılar yumurta sarısı tozu ve bitki unları arasındaki interaksiyon neticesinde her iki bileşen artışının ürünün kıvam katsayısı değerinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.



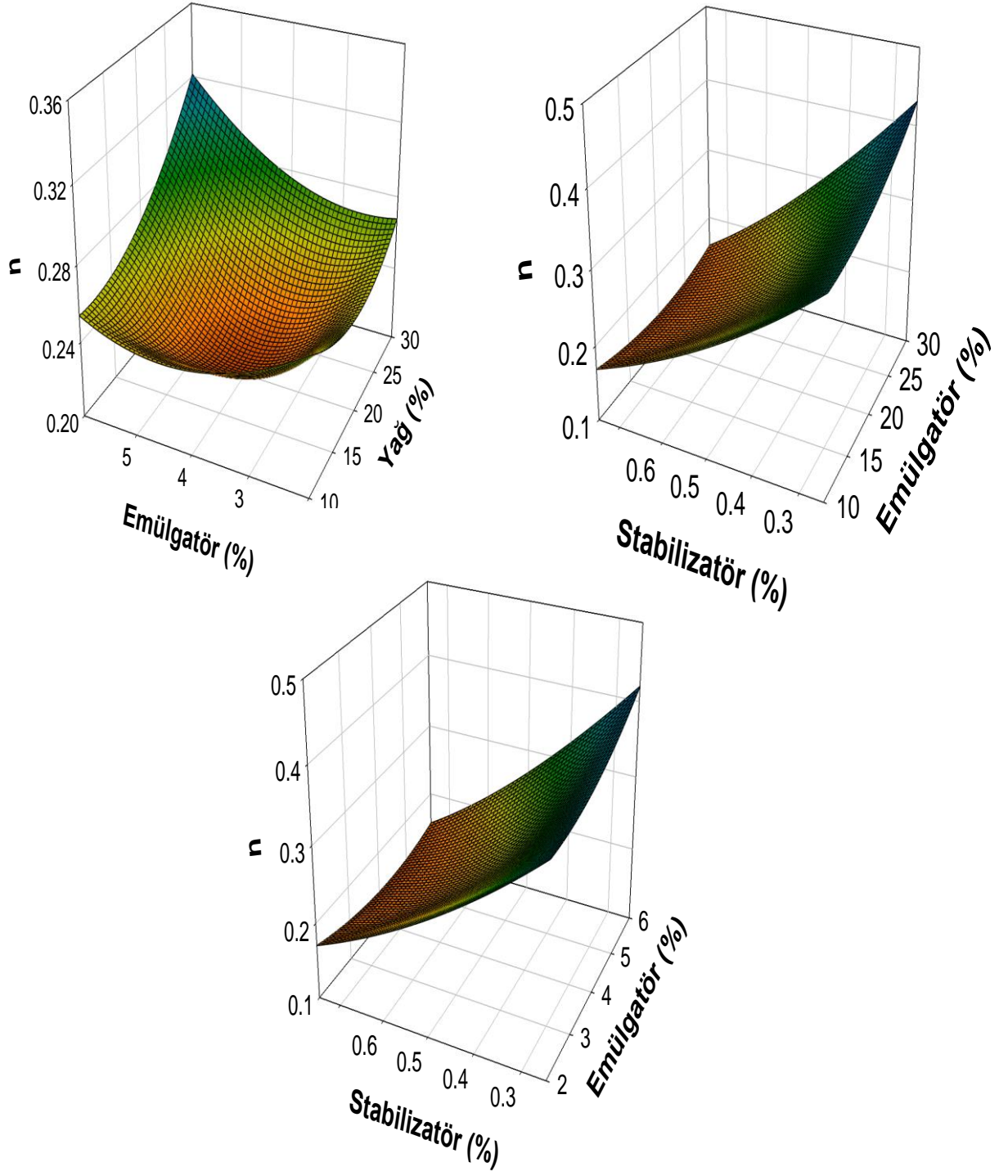
Şekil 4.2. Yağ, emülgatör ve stabilizatör içeriğinin salata sosu örneklerinin  $K$  değeri üzerine etkisi

#### 4.3.2. Akış davranış İndeksi (n)

Salata sosu örneklerinin  $n$  değeri üzerine yağ, emülgatör ve stabilizatör etkisi kubik model ile modellenmiştir. Model için  $R^2$  ve adj  $R^2$  değerleri sırasıyla 0.9700 ve 0.9400 olarak bulunmuştur. Model ait lack of fit değeri ve model etkisi önemli olarak bulunmuştur. Salata sosu örneklerinin  $n$  değeri üzerine formülasyon etkisi aşağıdaki eşitlik ile ifade edilmiştir:

$$n = +0,92296 - 0,010847 \times \text{Yağ} - 0,063378 \times \text{Emülgatör} - 2,06906 \times \text{Stabilizatör} + 4,26690E-003 \times \text{Yağ} \times \text{Emülgatör} + 0,018397 \times \text{Yağ} \times \text{Stabilizatör} + 0,10238 \times \text{Emülgatör} \times \text{Stabilizatör} + 1,33038 \times \text{Stabilizatör}^2 - 6,75301E-003 \times \text{Yağ} \times \text{Emülgatör} \times \text{Stabilizatör}$$

Şekil 4,3'te salata sosu örneklerinin  $n$  değeri üzerine formülasyonun etkisi ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Salata soslarının  $n$  değerleri stabilizatör ve yağ oranı artışıyla azalırken  $n$  değerinin artmasıyla artmaktadır. Stabilizatör artışıyla birlikte  $n$  değerinde azalma stabilizatörlerin sürekli fazda suyu tutarak viskozite artışına neden olmasıyla açıklanabilir. Yağ miktarının artması ise sürekli fazın toplam emülsiyon içerisindeki oranının azalması ve yağ damlacıkları çevresindeki protein ve stabilizatörlerin etkinliklerinin artışıyla açıklayabiliriz. Stabilizatör ve yağ oranını sabit tutup emülgatör oranının örneklerin  $n$  değeri üzerine etkini incelediğimizde azda olsa bir artışı görmekteyiz. Emülsiyonda kuru madde artışına rağmen  $n$  değerinde artış gözlenmemesi emülgatörlerin damlacıklar çevresindeki etkileşimleriyle ilgili bir durumdur. Emülgatör artışıyla birlikte ara yüzeyde adsorblanan protein-fosfolipit kompleksi oranı artarak emülsiyonun ara yüzey gerilimi ve partikül boyutunun düşmesine neden olurken damlacıklar arasındaki elektrostatik etkileşimin artmasına sebebiyet verecektir. Bu durumda akış davranışta kısmen bir kararlılık gözlenecektir. Stabilizatör oranı ve yağ oranı değişmediğinde emülgatör oranının artması yağ damlacıklarının sürekli faz içerisindeki dispersiyonunu artıracaktır. Bu akış özelliğinde Newton akışa doğru kaymaya neden olacaktır. Ancak bu kayma stabilizatör ve yağ oranının artışından kaynaklanan değişimle kıyaslandığında oldukça düşüktür. Bu yüzden stabilizatör ve yağ oranının artması sürekli fazın hem hareketliliğini hem de emülsiyondaki oranını düşürdüğü için emülgatörlerin akış davranış üzerine etkisi diğer bileşenlere göre daha azdır (Martínez ve ark. 2007; Ma ve ark. 2013; Mantzouridou ve ark. 2013).



**Şekil 4.3.** Yağ, emülgatör ve stabilizatör içeriğinin salata sosu örneklerinin  $n$  değeri üzerine etkisi

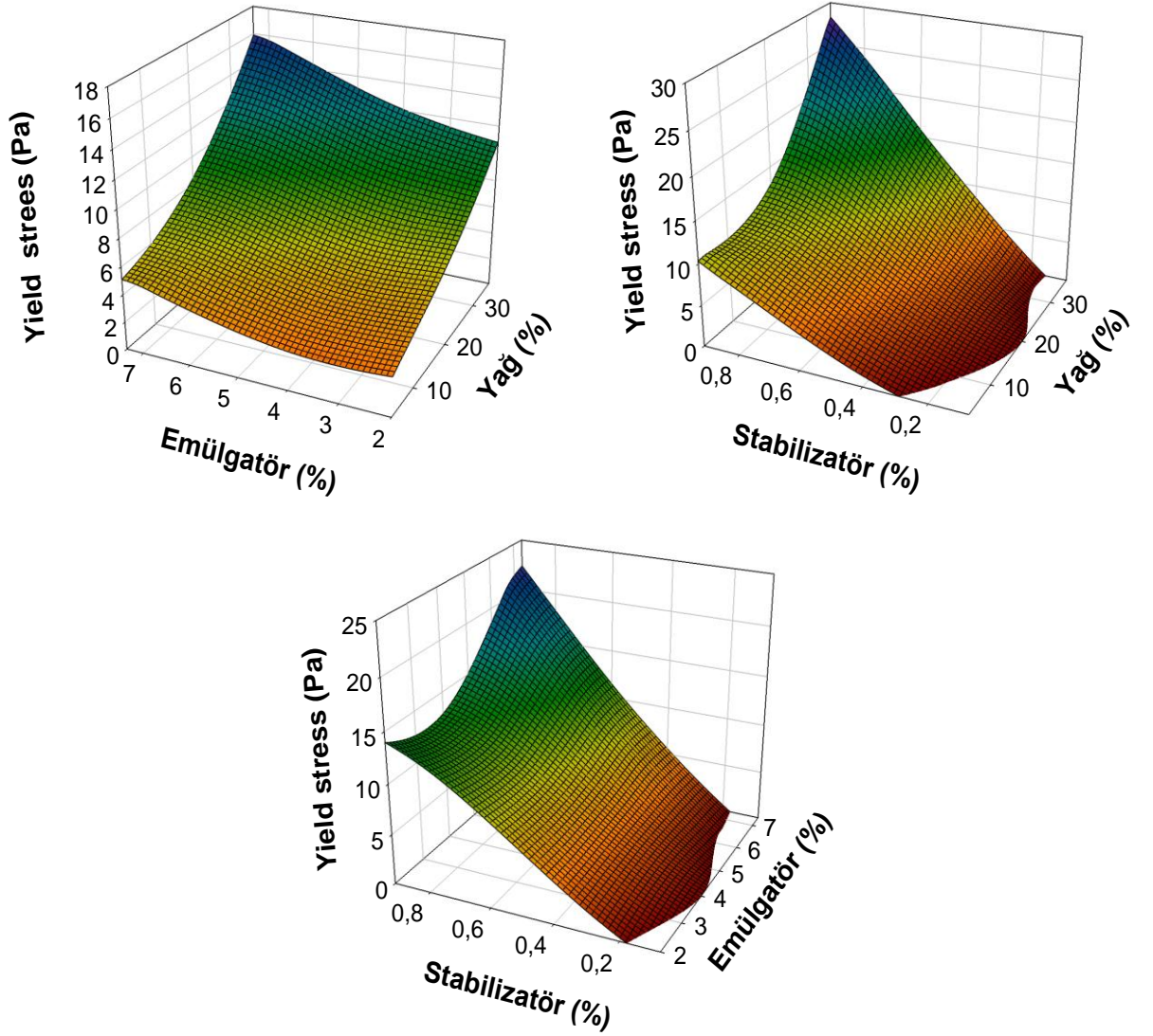
### 4.3.3. Akma Gerilimi (Yield stress)

Salata sosu örnekleri için elde edilen akma gerilimi değerleri Çizelge 4.3 de gösterilmiştir. Ayrıca formülasyon etkisinin akma gerilimi değerleri üzeri etkisi yanıt yüzey metoduyla belirlenmiş bu etki önemli bulunmuştur. Modele ait *lack of fit* değerleri ise önemsiz bulunmuştur. Formülasyonun etkisinin kübik model ile etkisi başarılı bir şekilde ifade edilebileceği ise  $R^2$  değerinden ( $R^2 > 0,98$ ) anlaşılmaktadır.

Şekil 4.4'te yağ, emülgatör ve stabilizatör içeriğinin salata sosu örneklerine ait akma gerilimi değerleri üzerine etkisi gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere her bir bileşenin miktarındaki artış akma gerilimi değerinde de belirgin bir artışa neden olmuştur. Bu artış trendi K değerine benzer bir görünüm sergilemiştir. Akma gerilimi değeri herhangi bir maddenin deforme olabilmesi veya akışa geçmesi için gerekli kuvvetin ifadesidir. Akma gerilimi değerindeki artışın belirli bir düzeye kadar olması salata soslarında istenen bir özelliktir. Çok yüksek akma gerilimi değeri mayonezde olduğu örneğin akış özelliğini sınırlandırırken, çok düşük değerde olması ise limon sosu gibi ürünlerde olduğu gibi çok akışkan bir karaktere işaret etmektedir (Ma ve ark. 2013).

Şekil 4.4.'de akma gerilimi değerinin ksantan gam miktarıyla keskin bir şekilde arttığı görülmektedir. K değerinde olduğu gibi akma geriliminde gözlenen bu artış ksantan gamın suyu tutması diğer bileşenlerle interaksiyona girerek daha sıkı bir yapının oluşmasıyla açıklanabilir. Başlangıç akış trendinin düşük olması diğer bir ifadeyle ilk kuvvet uygulandığında ürünün akışa belirli bir miktarda direnç göstermesi üründeki sürekli fazın hareketliliğiyle doğrudan ilişkilidir. Ksantan gam gibi stabilizatörler mobil faz etkinliğini ve hareketliliğini sınırlandıran başlıca faktör olduklarından K değerindeki artışa benzer olarak akma gerilimi değerinde de artışa birinci dereceden sebep olmuştur. Ksantan gam yanında yağ miktarı artıkça akma gerilimi değerinin artmasını ise farklı şekillerde açıklayabiliriz. Yağ yüzdesi artıkça sürekli fazın oranında azalma gözlenmekte ve ürünün akmaya karşı eğilimi düşmektedir. Çünkü yağın viskozitesi suya oranla daha yüksek olduğundan yağ yüzdesi tek başına bile ürünün reolojik özelliklerinde artışa neden olabilmektedir. Diğer bir açıklaması ise yağın yumurta sarısı tozu ve ksantan gamla interaksiyona girip zayıf elektrostatik bir bağ oluşturmasıdır. Böylece oluşan yeni bağ ürünün deformasyon ve akmaya karşı daha dirençli hale getirecektir. Yumurta sarısının artışıyla akma gerilimi değerindeki artış ise yine bileşen interaksiyonu ve emülsiyon stabilitesindeki artışla açıklanabilir. Yumurta sarısındaki fosfo-

lipit ve protein kompleksinin ksantan gam ve yağ ile interaksyonu daha güçlü bir yapının oluşmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan yumurta sarısının emülsifiye edici özelliği yağ ve su arasındaki ara yüzey geriliminin azalması ve dolayısıyla da daha sıkı, stabil ve homojen bir yapının oluşmasına sebep olacaktır. Bu durum ürünün bir bütün halinde hareket etmesine ve akışa karşı başlangıç direncinin K değerinde olduğu gibi artmasına neden olacaktır (Sikora ve ark. 2008; Ma ve Boye 2013; Ma ve ark. 2013).



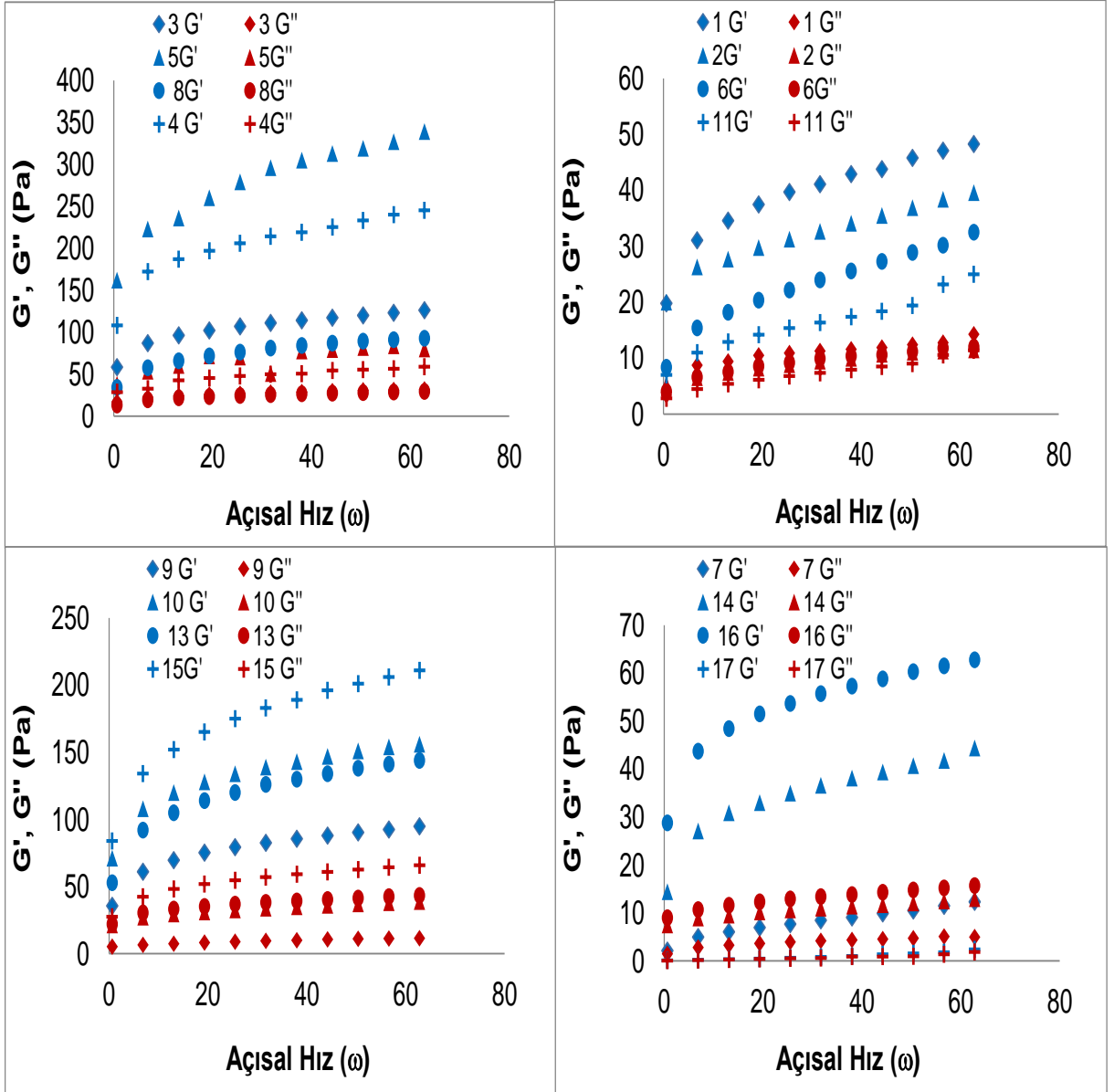
Şekil 4.4. Yağ, emülgatör ve ksantan gam içeriğinin salata sosu örneklerinin akam gerilimi değerleri üzerine etkisi

#### 4.4. Dinamik reolojik özellikler

Şekil 4.5'te 17 farklı deneme noktasında üretilen salata soslarının dinamik reolojik davranışlarını gösterilmiştir. Şekle bakarak ilk çıkaracağımız sonuç örneklerin hepsinin  $G'$  değerinin  $G''$  değerinden yüksek olması yani her bir örneğin katı karakterinin sıvı karakterine göre baskın olmasıdır. Ayrıca örneklerin  $G'$  ve  $G''$  değeri artan açısal hızla birlikte azalan bir artış göstermekte, diğer bir ifadeyle grafiğin eğiminde azalma gözlenmektedir. Bu akış davranış özelliği bize örneklerin kompleks vizkozite değerlerinde artan açısal hıza bağlı olarak bir azalmayı açıklamaktadır. Bu durum viskoelastik katı karakter akış davranışının tipik bir özelliğini oluşturmaktadır. Salata sosları viskoelastik katı karaktere sahip ürünler olduğu için üretilen her bir salata sosunun beklenen özelliğe sahip olduğunu göstermektedir (Diftis ve ark. 2005). Şekil 4,5'ten de anlaşılacağı üzere  $G'$  ve  $G''$  değerleri farklı formülasyon değerlerinde de etkilenmiştir.

Elde edilen bu değerler *Power Law* modeli kullanılarak lineer olmayan regresyon kullanılarak  $K'$ ,  $K''$ ,  $K^*$ ,  $n'$ ,  $n''$  ve  $n^*$  değerleri elde edilmiştir. Bu değerler Çizelge 4.4 de gösterilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere  $R^2$  değerleri oldukça yüksek ( $R^2 > 0,97$ ) bulunmuştur.  $R^2$  değerinin yüksek çıkması modelin örneklerin dinamik reolojik davranışları başarılı bir şekilde açıklayabildiğini göstermektedir. Çizelgeden görüleceği üzere örneklerin  $K'$ ,  $K''$  ve  $K^*$  değerleri sırasıyla 0,07-132,72, 0,01-34,31 ve 0,23-177,06 Pa olarak tahmin edilmiştir ve bu değerler kullanılan formülasyona göre değişmiştir. Bu değerlerin yorumlanmasında ilk göze çarpan durum her bir örnekte  $K'$  değerinin  $K''$  değerinden daha yüksek çıkmasıdır. Diğer bir ifadeyle örneklerin hepsi viskoelastik katı davranış sergilemiştir. Örneklerin  $n'$ ,  $n''$  ve  $n^*$  değerlerine baktığımızda ise sırasıyla 0,1564-0,95, 0,14-0,93 ve 0,14-0,47 değerleri arasında değiştiğini görmekteyiz.  $n'$ ,  $n''$  ve  $n^*$  değerinin 0'a yaklaşması örneklerin katı karakterinin daha ağır bastığına işaret etmektedir. Bu değerler de örneklerin viskoelastik katı karakter sergilediğinin başka bir göstergesi olmuştur.





Şekil 4. 5 Salata sosu örneklerin dinamik reolojik özellikleri

**Çizelge 4.4** Salata sosu formülasyonu optimizasyonu deneme dizaynından elde edilen örneklerin dinamik vizkozite değerleri

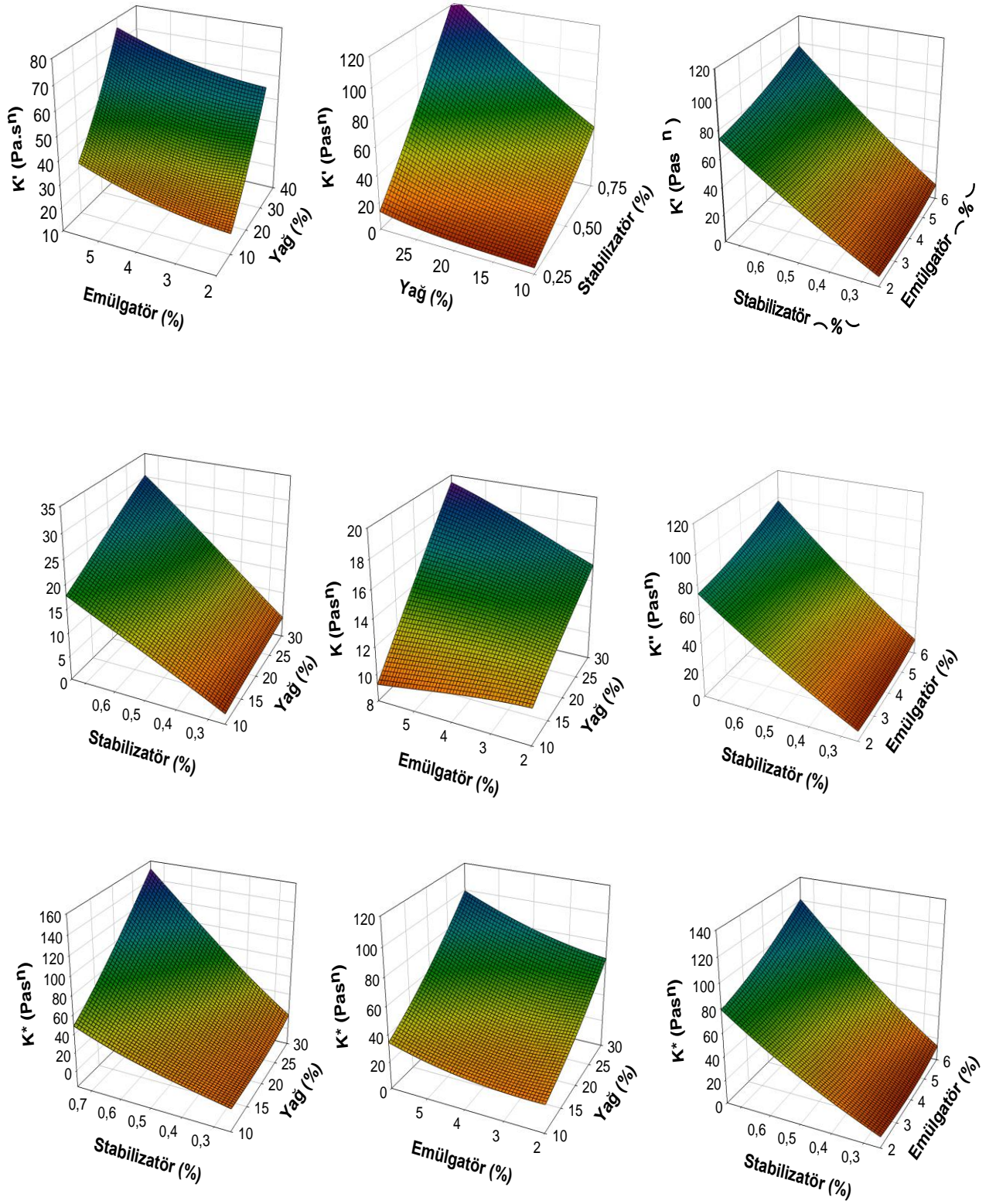
Deneme	K' (Pas <sup>n</sup> )	n'	R <sup>2</sup>	K'' (Pas <sup>n</sup> )	n''	R <sup>2</sup>	K* (Pas <sup>n</sup> )	n*	R <sup>2</sup>
1	21,0331 ± 0,16	0,1961 ± 0,000	0,9986	5,7388 ± 1,23	0,2001 ± 0,065	0,9803	22,1669 ± 0,22	0,1907 ± 0,005	0,9999
2	19,0660 ± 0,24	0,1698 ± 0,010	0,9781	4,5944 ± 0,001	0,2186 ± 0,004	0,9656	21,6050 ± 0,25	0,1793 ± 0,011	0,9999
3	61,8984 ± 0,97	0,1664 ± 0,000	0,9996	16,7709 ± 0,36	0,1460 ± 0,001	0,9933	64,4594 ± 1,13	0,1640 ± 0,000	0,9999
4	116,3450 ± 4,81	0,1737 ± 0,005	0,9940	26,2218 ± 0,17	0,1874 ± 0,001	0,9633	125,1977 ± 9,33	0,1613 ± 0,001	0,9999
5	132,7226 ± 4,60	0,1773 ± 0,011	0,9561	34,3196 ± 4,19	0,2382 ± 0,052	0,9607	177,0684 ± 0,75	0,1464 ± 0,008	0,9998
6	7,7593 ± 0,31	0,3464 ± 0,026	0,9941	4,10436 ± 0,05	0,2588 ± 0,001	0,9951	10,2635 ± 0,29	0,2734 ± 0,022	0,9999
7	2,5205 ± 0,69	0,3775 ± 0,064	0,9780	1,7253 ± 0,11	0,2569 ± 0,018	0,9984	3,9356 ± 1,34	0,2588 ± 0,107	0,9998
8	37,6482 ± 0,62	0,2192 ± 0,003	0,9996	13,8182 ± 0,48	0,1795 ± 0,023	0,9979	40,2902 ± 0,16	0,2131 ± 0,036	0,9999
9	40,8784 ± 0,22	0,2036 ± 0,000	0,9994	14,4707 ± 0,10	0,1532 ± 0,001	0,9815	42,4973 ± 0,35	0,2087 ± 0,001	0,9999
10	76,4540 ± 1,43	0,1697 ± 0,00	0,9998	21,0829 ± 0,22	0,1384 ± 0,000	0,9862	79,4422 ± 0,99	0,1677 ± 0,000	0,9999
11	6,4398 ± 1,39	0,2971 ± 0,058	0,9724	2,5726 ± 0,87	0,3371 ± 0,091	0,9737	8,2755 ± 0,14	0,2378 ± 0,037	0,9998
12	39,8153 ± 0,43	0,1925 ± 0,000	0,9999	15,2501 ± 0,15	0,1672 ± 0,003	0,9905	40,2673 ± 0,19	0,1935 ± 0,003	0,9999
13	61,1617 ± 0,70	0,2106 ± 0,000	0,9993	23,0588 ± 0,23	0,1512 ± 0,001	0,9964	63,8788 ± 0,78	0,2155 ± 0,000	0,9999
14	16,8446 ± 0,10	0,2233 ± 0,005	0,9956	6,9549 ± 0,29	0,1312 ± 0,005	0,9647	17,9441 ± 0,09	0,2231 ± 0,005	0,9996
15	89,2906 ± 2,29	0,2037 ± 0,002	0,9998	29,1622 ± 0,39	0,1922 ± 0,000	0,9994	95,0093 ± 1,92	0,1977 ± 0,000	0,9943
16	31,2962 ± 0,18	0,1654 ± 0,001	0,9996	18,7294 ± 4,45	0,1633 ± 0,004	0,9842	32,4637 ± 0,05	0,1637 ± 0,003	0,9995
17	0,0760 ± 0,01	1,0606 ± 0,047	0,9866	0,0147 ± 0,01	1,1695 ± 0,026	0,9787	0,2359 ± 0,01	0,4704 ± 0,012	0,9645

#### 4.5. $K'$ , $K''$ ve $K^*$ değerleri üzeri kullanılan formülasyonun etkisi

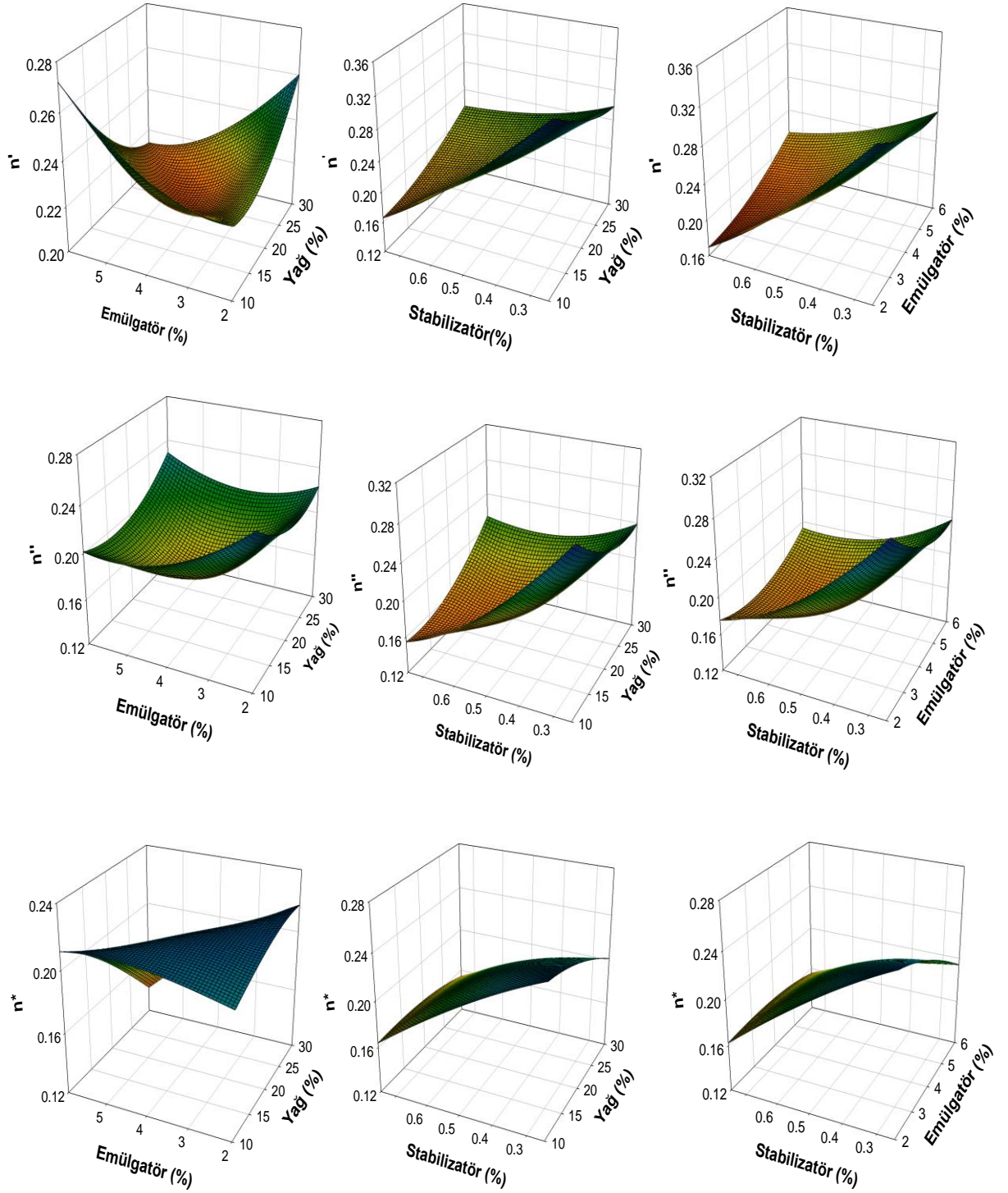
Salata sosu örneklerinin  $K'$ ,  $K''$  ve  $K^*$  değerleri üzerine yağ , emülgatör ve ksantan gam içeriğinin etkisi Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Şekilde görüleceği üzere her bir bileşenin artışı örneklerin,  $K'$ ,  $K''$  ve  $K^*$  değeri üzerinde bir artışa neden olmuştur. Orta dereceli stabilizatör miktarı kullanıldığında yağ ve emülgatör içeriğindeki artış sürekli olarak  $K'$ ,  $K''$  ve  $K^*$  değerlerinde artışa neden olmuştur. Diğer bir ifadeyle daha sıkı bir yapının oluşmasını sağlamıştır. Orta dereceli emülgatör ve yağ içeriğinde ise stabilizatör madde miktarındaki artış  $K'$ ,  $K''$  ve  $K^*$  çok daha göze çarpmaktadır (Şekil 4.5).

Örneklerin  $K'$ ,  $K''$  ve  $K^*$  değerinin emülgatör madde artışıyla artmasını farklı şekilde açıklayabiliriz. En önemli nedeni yumurta sarısı tozundaki fosfolipitlerin yağ globülleriyle interaksiyona geçmesi ve böylece daha kararlı bir yapının oluşmasına neden olmasıdır. Yağ miktarındaki artış ise sürekli fazın etkisini azaltması ve suyun stabilizatör maddelerle daha kolay bir şekilde tutulmasını sağlamaktadır. Stabilizatör maddeler ise yapıdaki suyu tutup sürekli fazın hareketliğini iyice azaltmakta ve daha stabil yapının oluşmasına sebebiyet vermektedir. Böylece her bir bileşenin artışı aslında birbirlerinin etkisini güçlendirmekte yani sinerji etki göstermektedir. Stabilizatör maddenin katı karakterin oluşmasında baş rol oynaması ise ksantan gamın orta dereceli miktarlarda kullanıldığında zayıf bir jel oluşmasını sağlamasıdır. Bu durum suyun kuvvetli bir şekilde tutulmasını sağmakla kalmaz aynı zamanda emülsiyon yapının kararlılığını da artırmaktadır. Daha kararlı ve daha stabil bir yapının gerek dinamik gerekse de akış davranış reolojik özellikleri daha olumlu seviyeye çıkmaktadır (Diftis ve ark. 2005; Dolz ve ark. 2006; Dolz ve ark. 2008; Ma ve ark. 2015).

Salata sosu örneklerinin  $n'$ ,  $n''$ , ve  $n^*$  değerleri üzerine yağ, emülgatör ve ksantan gam miktarının etkisi ağıdaki Şekil 4.6'da gösterilmiştir . Şekilden görüldüğü üzere  $n'$ ,  $n''$ , ve  $n^*$  değerleri stabilizatör, emülgatör ve yağ içeriğindeki artışa bağlı olarak farklı görünüm sergilemişlerdir. Orta düzey ksantan gam içeriğinde genel bir trend göstermezken orta noktalarda minimum seviyelere çıkmışlardır. Bu durum emülgatör ve yağ içeriğinin örneklerin dinamik reolojik özelliklerini etkileyebileceğini göstermektedir. Yüksek emülgatör ve yağ içeriğinde ise  $n'$ ,  $n''$ , ve  $n^*$  değerinin belirli derecede artış gösterdiği de görülmektedir (Şekil 4.6). Orta derecede emülgatör ve yağ içeriğinde ise stabilizatör madde artışıyla  $n'$ ,  $n''$ , ve  $n^*$  değerlerinin sürekli olarak düşük değerlere doğru kaydığı görülmektedir. Bu durum örneklerin stabilizatör miktarındaki artışla birlikte katı karakterlerinin daha baskın hale gelebileceği bir başka ifadeyle daha viskoz özellik kazanacağını bize göstermektedir.



Şekil 4.5. K', K'' ve K\* değerleri üzerine yağ, emülgatör ve ksantan gam etkisi



Şekil 4.6. Salata sosu örneklerinin  $n'$ ,  $n''$ , ve  $n^*$  değerleri üzerine yağ, emülgatör ve ksantan gam miktarının etkisi

Yapılan bir araştırmada yağ içeriği azaltılmış salata sosu örneklerinin viskoelastik özelliklerine nişasta, ksantan gam ve keçi boynuzu gamının etkisi araştırılmıştır (Dolz ve ark. 2006). Araştırmacılar gam konsantrasyonu artıkça salata sosu rneklerinin  $G'$  ve  $G''$  değerlerinde bir artışın gözlendiğini bildirmişlerdir.

Başka bir araştırmada ise yağı azaltılmış soya yağı içeren salata sosu örneklerinin reolojik özelliklerine emlgeatr ve yağ oranının etkisi incelenmiştir (Zhang ve ark. 2008). Salata sosu örneklerinin görünür viskozite,  $G'$  ve  $G''$  değerleri yağ ve emlgeatr oranı ve partikül boyutu değişimiyle önemli bir şekilde değişmiştir. Örneklerin yağ oranı artıkça ve partikül boyutu düştükçe viskozite,  $G'$  ve  $G''$  değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Salata sosu ve mayonez gibi emülsiyonlarda yağ fraksiyonunun artışıyla birlikte  $G'$  ve  $G''$  değerlerindeki artış Tadros (2015) tarafından da doğrulanmıştır. Bu araştırmada yağ fraksiyonun artmasıyla özellikle  $G'$  değerindeki artış emülsiyon içindeki yağ moleküllerinin birbirleri arasındaki uzaklığın azalmasıyla oluşan güçlü sterik itme gücüyle açıklanmıştır. Bu durumda yağ damlacıkları emülsiyon içerisinde daha kompakt bir şekilde disperse olmuştur.

Başka bir araştırmada bizim çalışmamıza benzer olarak yağ, emlgeatr ve salep oranının salata sosu örneklerinin akış davranış ve dinamik reolojik özellikler üzerine etkisi incelenmiştir (Pero ve ark. 2014). Bizim bulgularımıza benzer olarak örneklerin dinamik viskozite değerleri ( $G'$  ve  $G''$ ) yağ oranı artıkça önemli derecede artış göstermiştir. Ayrıca tüm örneklerde  $G'$  değerleri  $G''$  değerlerinden daha yüksek çıkmıştır.

#### **4.6. Optimum konsantrasyonların belirlenmesi**

Gerek dinamik gerekse de akış davranış reolojik özelliklerin kullanılan he bir bileşenden etkilendiği gözlenmektedir. Özellikle stabilizatör maddeler örneklerin reolojik özelliklerinin tayininde başlıca rol oynamaktadır ki bu sonuç beklenen bir sonuçtur. Stabilizatörler aynı zamanda gerek akış davranış gerekse de dinamik özelliklerinin tayininde başlıca rol oynamakla birlikte yağ ve emlgeatr maddenin de etkisini güçlendirdiği gözlenmiştir. Böyle bir durumda istenilen akış davranış özelliğine sahip salata sosu retilenmesi için bu bileşenlerin optimizasyonu hayati önem taşımaktadır.

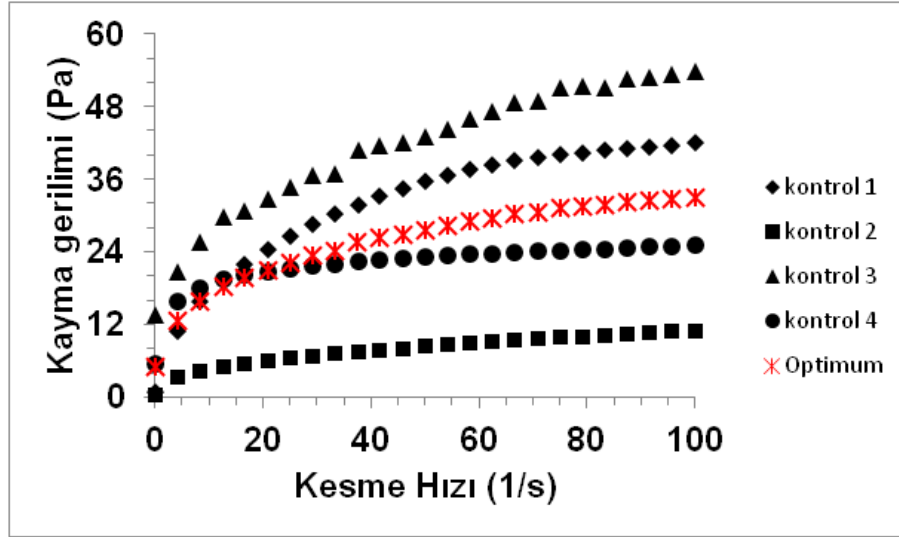
Optimum miktarların belirlenmesinde K değerleri dikkate alınmıştır. Elde edilen bu değerler 4 farklı ticari örnekten elde edilen değerlerin ortalamasıyla karşılaştırılmıştır. Bu ticari örneklerin K değerleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4,5'te görüldüğü üzere ticari salata sosu örneklerin K değerleri 1,63-7,454 Pas<sup>n</sup> olarak hesap edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise 5, 853 olarak bulunmuştur. Optimizasyon kriteri olarak seçilen ortalama K değerine (5,853) göre belirlenen optimum yağ, emülgatör ve stabilizatör değerleri sırasıyla %21, % 4.43 ve 0, 32 olarak tespit edilmiştir. Bu formülasyonlarda üretilen salata sosunun K değeri ise deneysel olarak 5,34 olarak bulunmuştur. Bu değer optimizasyon sonrası belirlenen K değerine oldukça yakın bir değerdir ve diğer bir ifadeyle modelleme vasıtasıyla bulunan değer deneysel olarak ta başarılı bir şekilde doğrulanmıştır.

**Çizelge 4.5.** Ticari salata soslarının akış davranış reolojik özelliklerine ait bazı parametreler

Örnek	K (Pas <sup>n</sup> )	R <sup>2</sup>	n
Kontrol 1	7,454 ± 0,85	0,9998	0,22 ± 0,01
Kontrol 2	1,643 ± 0,16	0,9926	0,40 ± 0,01
Kontrol 3	6,400 ± 0,57	0,9954	0,32 ± 0,00
Kontrol 4	7,826 ± 0,58	0,9995	0,21 ± 0,00
Optimum	5,340 ± 0,31	0,9956	0,27 ± 0,02

Ayrıca kontrol 2 çıkarıldıktan sonra kıvam değeri birbirine yakın diğer 3 ticari örneğin K değerini baz aldığımızda ortalama K değeri 7.54 Pas<sup>n</sup> olarak tespit edilmiş ve optimum formülasyon yağ, emülgatör ve su için sırasıyla %20,51, %4,39 ve 0,46 olarak hesap edilmiştir. Bu formülasyonlarda üretilen salata sosunun deneysel olarak K değeri ise 0, 7153 Pas<sup>n</sup> olarak bulunmuştur. Sayısal değerlerin yanı sıra optimum noktada üretilen salata sosunun akış davranış özellikleri de ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Aşağıdaki şekilde optimum değerlerde elde edilen salata sosu ve ticari örneklerin akış davranış reolojik özellikleri gösterilmiştir.



**Şekil 4.7.** Ticari olarak üretilen ve optimum koşullarda elde edilen salata soslarının akış davranış özellikleri

Şekilde kırmızı renkle gösterilen örnek optimum noktada üretilen salata sosuna ait akış davranış grafiğidir. Grafikte kesme hızı değişimine karşılık kayma gerilimi değerleri gösterilmiştir. Görüldüğü üzere akma gerilimi içeren artan kesme hızıyla birlikte azalan artışa sahip kayma gerilimini görmekteyiz. Başka bir ifadeyle artan kesme hızına bağlı olarak viskozitede bir azalma gözlenmektedir. Bu akış davranış özelliği salata soslarından beklenen tipik psedoplastik akış davranış özelliğidir.

Bu yüzden farklı ticari örnekler seçilerek bu bileşenlerin kullanılacak optimum miktarları belirlenmiştir. Optimizasyonda kullanılacak salata soslarının fizikokimyasal analizleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.



**Çizelge 4.6.** Ticari ve optimum koşullarda üretilen salata soslarının fizikokimyasal özellikleri

Örnekler	Fizikokimyasal özellikler					
	Kuru madde (%)	pH	Asitlik (%)		<i>a</i> *	<i>b</i> *
1	24,159 ± 0,351	3,95 ± 0,01	0,753 ± 0,101	82,255 ± 0,062	2,201 ± 0,120	4,424 ± 0,352
2	18,833 ± 0,365	3,88 ± 0,02	1,355 ± 0,011	21.840 ± 1.465	9,408 ± 0.690	-9,12 ± 0,543
3	22,872 ± 1,450	3,82 ± 0,05	0,628 ± 0,025	80.188 ± 0.838	2,276 ± 0.275	4,364 ± 0,722
4	35,042 ± 0,561	4,33 ± 0,02	0,713 ± 0,230	83.488 ± 0.797	3,858 ± 0.212	7,240 ± 0,528
OS	26,699 ± 0,317	4,24 ± 0,00	0,509 ± 0,031	75.017 ± 0.528	-0,88 ± 0.087	27,4 ± 0,968

\*1, 2, 3 ve 4 kodlu örnekler ticari salata soslarına aittir. OS örnek kodu optimum formülasyonda üretilen salata sosuna aittir

Ticari salata sosu örneklerinin kuru madde miktarları % 20,8332 ve % 30,0420 değerleri arasında değişmektedir. Optimum noktada elde edilen ürünün kuru madde oranı ise %69,67 olarak tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere optimum noktada üretilen ürünün kuru madde miktarı ticari salata soslarının ortalamasına (% 25,22) yakın bir değerdedir. Örneklerin asitlik ve pH değerleri ise sırasıyla 3,88 ve 4,33 arasında değişmektedir. Örneklerin L\*, a\* ve b\* renk değerleri ise sırasıyla 21,84 - 83,48, -0,88 - 9,40 ve -9,12 - 7,24 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin pH ve asitlik değerleri optimum noktada üretilen örneğe benzerlik gösterirken renk değerleri arasında farklılık gözlenmiştir. Renk değerleri arasında gözlenen farkın kabak çekirdeği yağındaki yeşil renkli pigmentlerden kaynaklandığını düşünülebilir. Yağ, baharat ve asitlik verici ajanların fizikokimyasal, duyuşsal ve stabiliteye etkileri sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

#### **4.7. Optimum formülasyona göre üretilen ürünün karakterizasyonu**

##### **4.7.1. 3 Zaman Aralıklı Tikotropik Test (3-ITT)**

Daha önceden de belirtildiği üzere 3-ITT sayesinde gıdalara uygulanan ani bir kuvvet veya deformasyonun gıdanın reolojik özelliklerine etkisini gösteren önemli bir testtir. Bu test sayesinde ani karıştırma ve pompalama gibi prosesleri simüle ettiği gibi günlük hayatta çalkalama, sallama ve sıkma gibi hareketlerin de gıda üzerine etkisi simüle edebilmektedir (Toker ve ark. 2015). Şekil 4.8'de farklı kesme hızına maruz kalan ticari salata soslarının ve optimum noktada üretilen örneğin G' değerindeki değişim gösterilmiştir. Görüldüğü üzere ani bir deformasyon sonucunda örneğin kendini toparlayabilme derecesi uygulanan kesme hızına diğer bir ifadeyle deformasyon değerine bağlı olarak değişmektedir. Deformasyon değeri artıkça her bir örneğin kendini toparlayabilme yeteneğinin de azaldığı gözlemlenmektedir. Diğer bir ifadeyle daha yüksek kesme hızına maruz kalan örnekler daha fazla yapısal deformasyona uğradığı için ürünün G' değerinde önemli bir azalma gözlenmiş ve tekrardan başlangıç G' değerine ulaşması olanaksız hale gelmiştir.

Optimum formülasyona göre üretilen üründen elde edilen grafik diğer ticari ürünlere oldukça benzemektedir. 50, 100 ve 150 s<sup>-1</sup> değerlerinin tamamında ürün toparlanma eğilimine geçmiştir. Diğer ticari ürünlerde optimum noktada üretilen salata sosunda olduğu gibi bir durum sergilemişlerdir. Bu örneklerde de 150 s<sup>-1</sup> kesme hızına maruz kalan örneklerin toparlanma eğiliminde azalma gözlenmiştir.

Örneklerin toparlanma eğiliminin daha açık bir şekilde kıyaslanması için yapısal toparlanmayla ilgili parametrelerin elde edilmesine ihtiyaç vardır. Bunun için 3-ITT test sonucunda elde edilen veriler *second order structural kinetic* model ile modellenmiş ve  $G'$  değerinin dengeye ulaştığı  $G_e'$ , deformasyon sonucundaki ilk  $G_0'$  değeri ve toparlanma sabiti veya tiksotropi hız sabiti ( $k$ ) değerleri elde edilmiştir. Bu değerler Çizelge 4.7'te gösterilmiştir. Çizelge 4.7'te her bir  $G_0'$  ve  $G_e'$  değerleri farklı olduğu için ürünlerin toparlanma derecesinin kıyaslanması bu iki değerlerin oranlanması ( $G_e'/G_0'$ ) baz alınarak yapılmıştır (Dolores Alvarez ve Canet 2013).

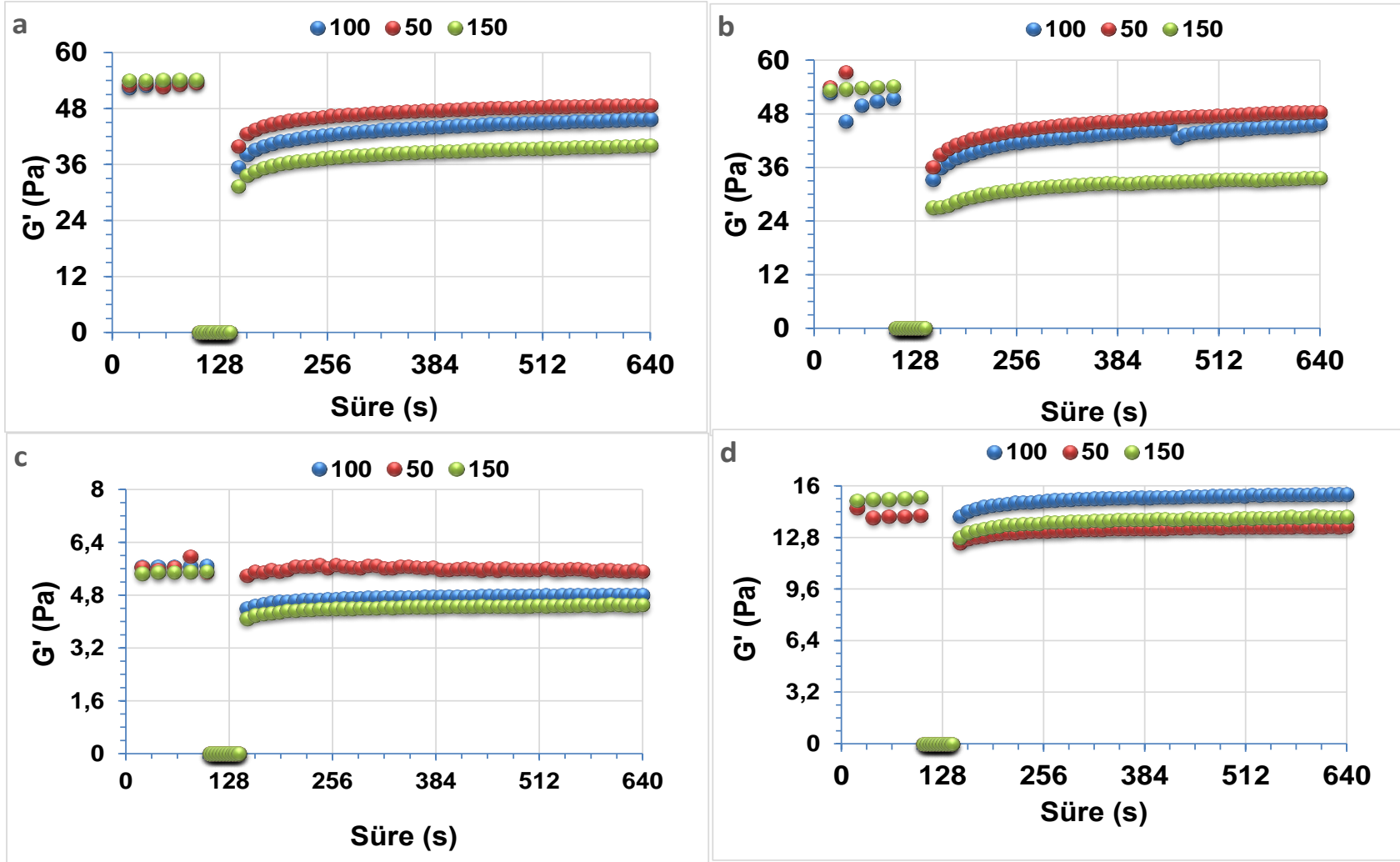
Çizelge 4.7'te  $G_e'/G_0'$  değerleri 1.10 ve 1.50 değerleri arasında değişmektedir.  $G_e'/G_0'$  değerleri üzerine hem uygulanan kesme hızı hem de ürün çeşitliliğinin etkisinin önemli olduğunu görmekteyiz. Şekil 4.8'de de yorumladığımız gibi  $G_e'/G_0'$  değeri kesme hızı arttıkça azalmıştır.  $G_e'/G_0'$  değerinin ürünün toparlanma derecesi hakkında fikir verdiğini düşünürsek yüksek şiddette kesme hızına veya deformasyona maruz kalan örnek kendini daha az toparlayabilmektedir. Bunun nede yüksek derecede kesme hızına maruz kalan örneklerde geri dönüşümsüz bir şekilde yapısal deformasyon gözlenmiştir. Bunun neticesinde de ürünün son  $G'$  değerinde azalma gerçekleşmiştir.

Diğer taraftan optimum noktada üretilen örnek için elde edilen  $G_e'/G_0'$  değerleri diğer ticari örneklerden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum optimum formülasyonda üretilen salata sosu örneğinin karıştırma, ve pompalama gibi gıda prosesleri ve tüketim sırasında sıkma ve çalkalama gibi işlemlerde yapısal olarak kendini toparlayabileceğini göstermektedir. Daha öncede belirtildiği üzere salata sosları tüketim öncesinde çalkalama, dökme ve biraz daha kıvamlı örnekler için sıkma gibi ani kesme hızına ve kayma gerilimine tabi tutulurlar. Bu durum sosun salata üzerinde hızlıca akmasına neden olabilmektedir ve bu özellik salata soslarında istenmez. İstenilen yapı ise salata sosunun ani kuvvetten sonra yapısının toparlanmasıdır. Sürünme ve toparlanma testin daha önce salata sosları için bazı çalışmalarda uygulanmıştır (Dolz ve ark. 2008). Ancak bu test lineer bölgede yani daha çok  $50 \text{ s}^{-1}$  kesme hızından daha aşağıdaki değerleri simule etmektedir. Oysaki gıda teknolojisinde birçok örnek  $100-500 \text{ s}^{-1}$  arasındaki kesme hızlarına tabi tutulmaktadır. Bu anlamda 3-ITT test ani ve lineer olmayan bölgede salata sosunda gözlenebilecek reolojik davranışı tam anlamıyla simule etmektedir (Dolz ve ark. 2008). Bu çalışma bu anlamda ilk veriyi oluşturmaktadır.

3-ITT test verilerinde elde edilen diğer bir parametre ise  $k$  değeridir.  $k$  değeri ani deformasyondan sonra ürünün toparlanma hızını göstermektedir. Bu durum ürünün yapısıyla

alakalı bir durumdur. Eğer üründe kalıcı bir deformasyon gözlenmemişse ürünün kendini toparlama hızı daha yüksek olacaktır. Böyle hızlı bir şekilde G' değeri istenilen seviyesine yani ilk değerine ulaşacaktır. Salata sosları için elde edilen k değerleri ürün çeşidinden ve uygulanan kesme hızı değerinden önemli derecede etkilenmiştir ( $P<0.05$ ). Kesme hızı artıkça ürünün k değerinde azalma gözlenmiştir. Optimum deneme noktasında üretilen ürünün k değeri genel olarak ticari ürünlerden daha düşük bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle elde ettiğimiz ürünün toparlanma hızı ticari örneklere göre daha yavaştır. Bu durum beklenebilir bir sonuçtur. Ticari örneklerin daha yüksek toparlanma özelliği göstermesi içeriklerinin değişkenlik göstermesi ve proses şartlarının daha farklı olmasından kaynaklanmıştır (Abu-Jdayil 2003; Dolz ve ark. 2008; Toker ve ark. 2015).

Bu değerler salata sosu örneği için ilk verileri oluşturmaktadır. Üretmiş olduğumuz salata sosu örneği ve ticari örneklerin 3-ITT davranışları daha önce yapmış olduğumuz ve gıda örneği için ilk olan mayonez çalışmasıyla kıyaslanmıştır (Toker ve ark. 2015). Bu çalışmada farklı kesme hızı ve kayma gerilimine farklı sürelerde tabi tutulan mayonezin 3-ITT davranışı belirlenmiştir. Üründe belirli bir toparlanma gözlenirken, benzer şekilde süre ve deformasyon artıkça toparlama eğiliminde azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada ürünün proses sırasında uygulanan kuvvet yanında süreninde önemli olacağı sonucu bildirilmiştir.



Şekil 4.8. Salata sosu örneklerine ait 3-ITT reolojik davranışlarına ait grafikler

(a,c,d: ticari salata soslarına, b ise optimum formülasyona göre üretilen salata sosu örneğine ait grafiği simgelemektedir).

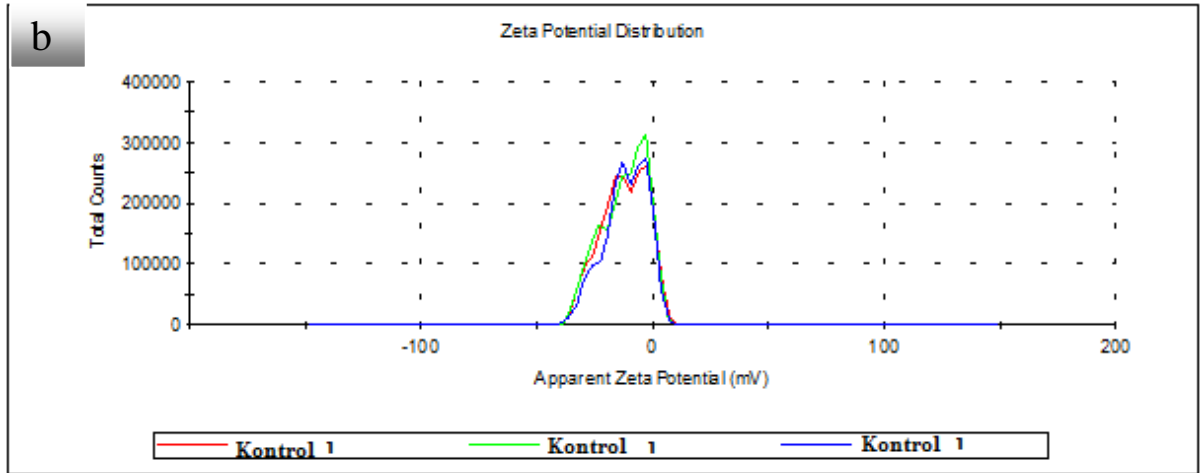
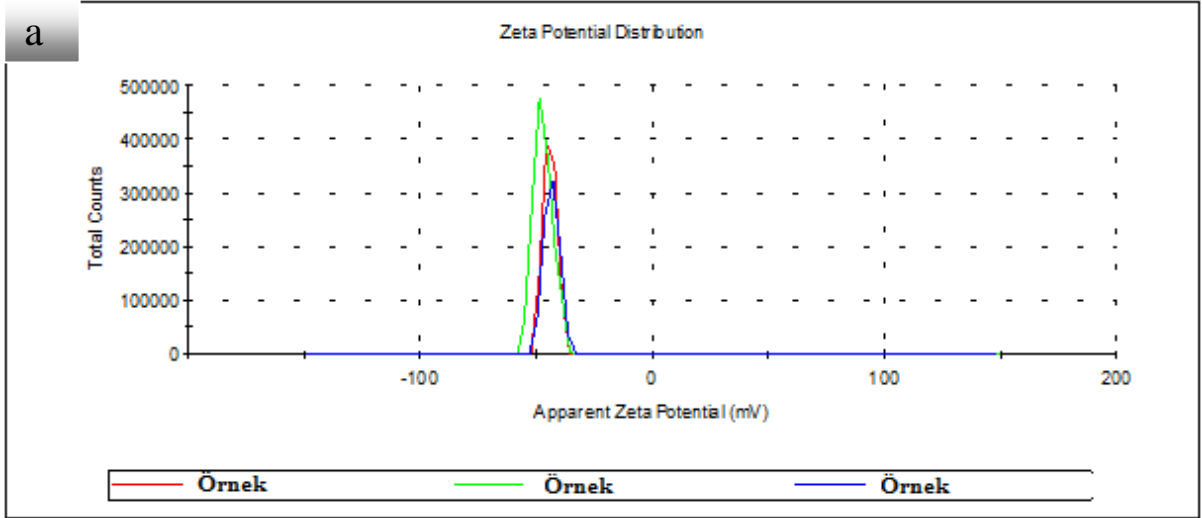
**Çizelge 4.7.** *Second order structural kinetic* modele ait parametreler.

Örnek	$s^{-1}(s)$	$k$	$G_e$ (Pa)	$G_0$ (Pa)	$G_e/G_0$	$R^2$
Opt	50	0,0230	53,6591	35,7222	1,50212	0,9936
	100	0,0156	44,5572	33,6950	1,32237	0,9985
	150	0,0127	41,0634	32,7579	1,2535	0,9940
Kontrol 1	50	0,01906	29,9265	20,92042	1,43049	0,99510
	100	0,01753	35,2400	26,71279	1,31922	0,99240
	150	0,01186	44,2005	34,85943	1,26796	0,9967
Kontrol 2	50	0,02355	4,2205	3,213465	1,3134	0,9958
	100	0,01917	5,37534	4,45122	1,20761	0,99610
	150	0,01574	5,55836	4,96298	1,11996	0,99520
Kontrol 3	50	0,02662	14,56	12,84	1,13396	0,9884
	100	0,01814	15,48	13,85	1,11769	0,9627
	150	0,01551	14,06	12,78	1,10016	0,9954

#### 4.7.2. Partikül Boyutu ve zeta ( $\zeta$ ) potansiyeli

Zeta ( $\zeta$ ) potansiyeli salata soslarının uzun süre stabil halde kalıp kalamayacaklarını gösteren önemli bir parametredir.  $\zeta$  - potansiyeli değeri 0 değerinden uzaklaştıkça diğer bir ifadeyle sistemin negatif veya pozitif bir yüke sahip olması ürünün uzun stabilitesi açısından olumlu bir göstergedir. K1, K2, K3 ve optimum noktada üretilen salata sosunun sırasıyla  $\zeta$  - potansiyeli değerleri  $-23,8 \pm 1,22$  mV,  $-37,8 \pm 1,85$  mV,  $-12,1 \pm 0,404$  mV ve  $-44,80 \pm 1,97$  mV olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere bakarak yapabileceğimiz ilk yorum tüm örneklerin  $\zeta$ - potansiyeli değerinin 0'dan daha yüksek olması veya örneklerin belirli derecede stabil ürünler olmasıdır. Diğer önemli bir durum ise optimum noktada üretilen salata sosu örneğimizin  $\zeta$ - potansiyelinin mutlak değerinin en yüksek değere sahip olmasıdır. Salata sosu örneğimizin  $\zeta$ - potansiyeli değerinin  $-44,8$  mV gibi yüksek bir değerde olması optimizasyon ürünün bu formülasyonlarda uzun süre stabil kalabileceğinin göstergesi olabilir.

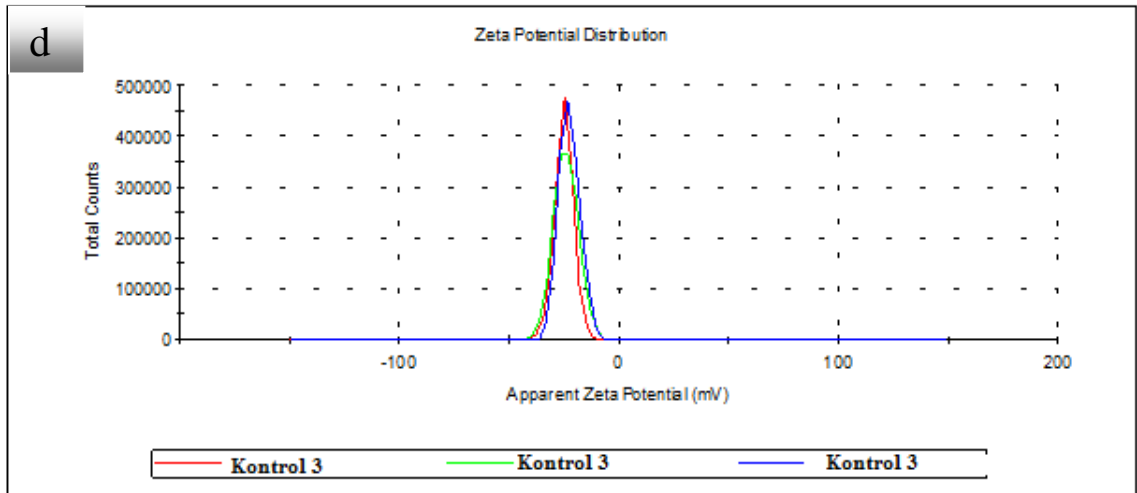
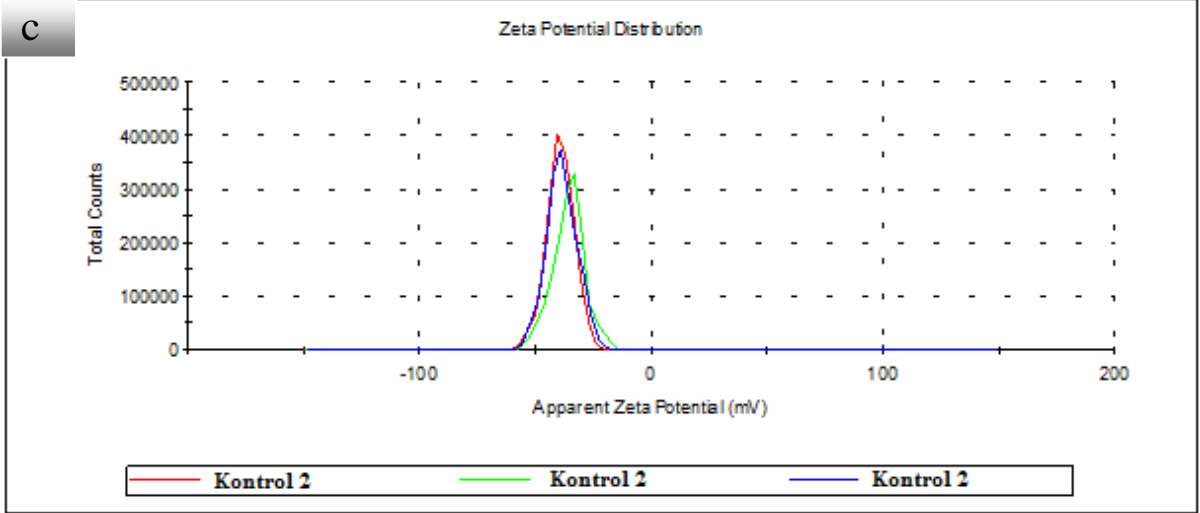
Salata sosu örneklerinde stabilitenin artmasında ksantan gamin mobil fazın hareketliliğini azaltarak kompakt bir yapı oluşturması ve bu sayede yağ moleküllerinin bu sıkı yapıda hareket potansiyelinin düşmesi ve damlacıkların interaksyonun kısıtlanması birinci derecede önemli rol oynamaktadır (Moschakis ve ark. 2005). Bununla birlikte yumurta sarısı ve ksantan gamin ara yüzeydeki interaksyonu ortamın yük dengesi diğer bir ifadeyle  $\zeta$ - potansiyeliyle ilişkilidir (Benichou ve ark. 2007). Yağ damlacıklarının belirli bir elektriksel potansiyele sahip olması ve elektrostatik itme kuvveti sayesinde birbirleriyle interaksyona girerek flokülasyon oluşmasının önüne geçmektedir. Bu yük ise yağ damlacıklarının çevresinde lokalize olmuş iyonize olabilen emülgatörler başta olmak üzere protein ve polisakkaritlerden ileri gelmektedir (McClements 2005). Ara yüzeyde iyonize olabilen bu yüklü yapılar ürünün stabilitesinde önemli role sahiptir. Çünkü yumurta sarısının pozitif yüke ve ksantan gamin negatif yüke sahip olması iki arasındaki elektrostatik bir interaksyona sonuç olarak ta stabil yapının oluşmasına olanak sağlamıştır.



**Şekil 4.9.** Ticari ve optimum formülasyona göre üretilen salata soslarının  $\zeta$ -potansiyeli değerleri

(a: optimum formülasyona göre üretilen salata sosu örneği, b: ticari salata olarak üretilen salata sosu örneği)





**Şekil 4. 10.** Ticari olarak üretilen salata soslarının  $\zeta$  -potansiyeli değerleri

(c,b: Ticari olarak üretilen salata sosu örneği)

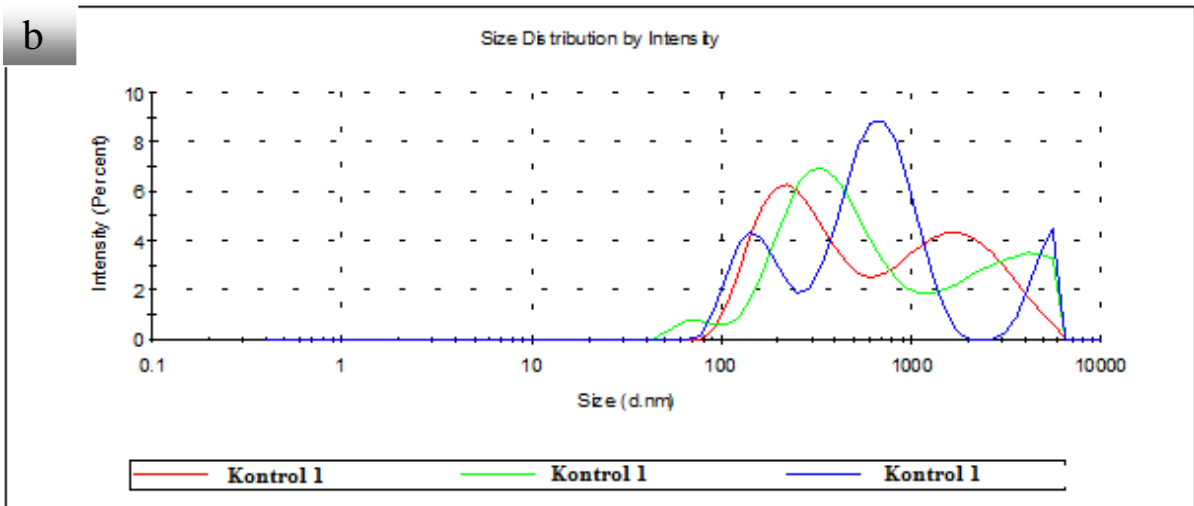
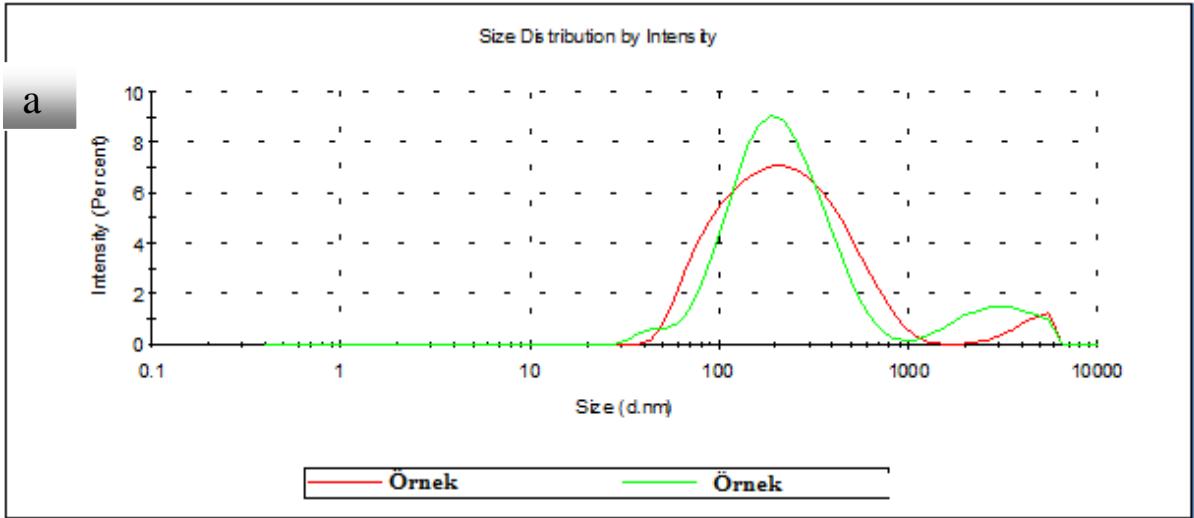
Zhao ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmada bizim bulduğumuz sonuçlara benzer bir sonuç bulmuşlardır. Yaptıkları araştırmada gam oranı artıkça ürünün  $\zeta$ -potansiyelinde negatif yüke doğru kaydığı görülmüştür ( $-28.05$  mV kadar ulaşmıştır.). Araştırmacılar bu sonucu yağ damlacıkları çevresinde tutunmuş negatif yüklü proteinler ve polisakkaritlerden ileri geldiğini ifade etmişlerdir. Damlacıkların çevresinde bulunan negatif yüklü proteinler hidrojen bağları ve diğer hidrofobik bağlanmalar sayesinde polisakkaritlerle oluşturdukları bağ damlacık çevresinde önemli bir negatif yükün oluşmasına olanak sağlamıştır.

Yine başka bir araştırmada ksantan gam miktarının ve yağ/su emülsiyonunda  $\zeta$ -potansiyeline ve partikül boyutuna etkisi incelenmiştir (Long ve ark. 2013). Araştırmacılar bizim çalışmamızda olduğu gibi ksantan gam kullanımıyla birlikte negatif yükte önemli bir artış gözlemlemiş ve  $\zeta$ -potansiyelinin  $-41,7$  ve  $-49,0$  değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Emülsiyon kalitesinin belirlenmesinde önemli bir parametre de yağ damlacıklarının ortalama partikül büyüklüğüdür. Yağ damlacıkları partikül büyüklüğü artıkça damlacıklar bir araya gelerek flokülasyon ve koelesans oluşumunu hızlandırır. Yağ partikül boyutu  $\zeta$ -potansiyeli, formülasyonda kullanılan bileşenlerin çeşitleri ve miktarları ve homojenizasyon işlemi sırasındaki uygulan basınç ve sıcaklık gibi faktörlerden etkilenir.

Araştırmamızda K1, K2, K3 ve optimum noktada üretilen örneklerin ortalama partikül çapları ( $d_{3.2}$ ) sırasıyla  $247,1 \pm 12,77$  nm,  $143,93 \pm 13,43$ ,  $427,6 \pm 12,65$  ve  $190,41 \pm 10,32$  nm olarak tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere  $\zeta$ -potansiyeli mutlak değeri yüksek olan örneklerin partikül çapları da daha düşük bulunmuştur. Araştırmacılar partikül çapına etki eden diğer önemli bir etkinin negatif yüklü polisakkaritler olduğunu vurgulamıştır. Ortamda gam miktarı artıkça negatif yükte artış gözleneceği ve partikül çapının azalacağını bildirmişlerdir (Zhao ve ark. 2015). Bu veriler benzer araştırma sonuçları Kaltsa ve ark. (2016) tarafından da bildirilmiştir. Bu araştırmada formülasyonda gam içermeyen durumlarda partikül çapı daha yüksek bulunurken gam oranı artıkça partikül çapında önemli olarak bir düşüş gözlemişlerdir. Araştırmacılar bu düşüşü mobil faz etkinliğinin azalması ve emülgatör ve proteinlerin yağ damlacıkları çevresinde daha kolay lokalize olmalarıyla ilişkilendirmişlerdir.

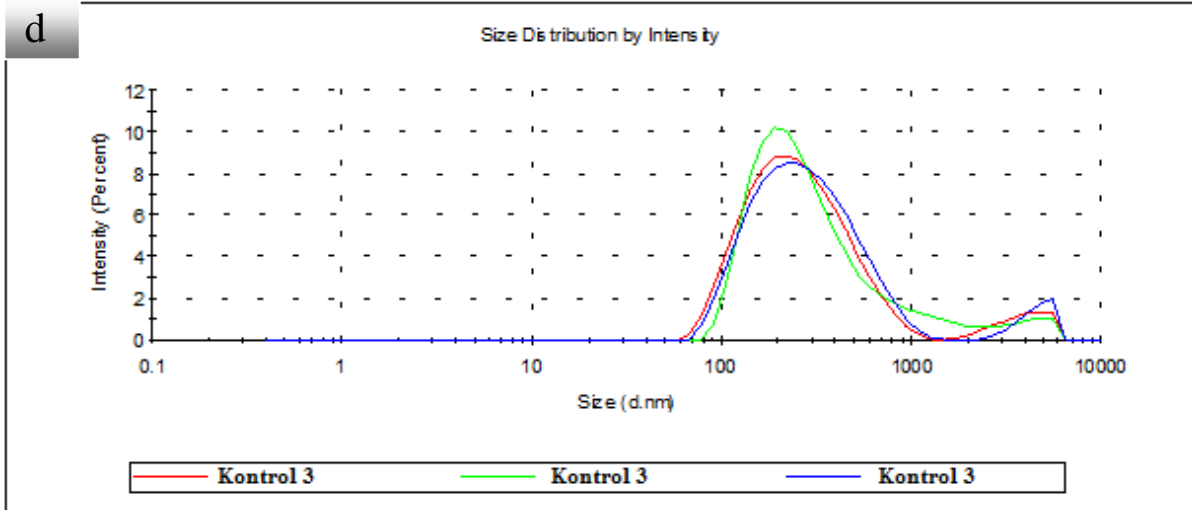
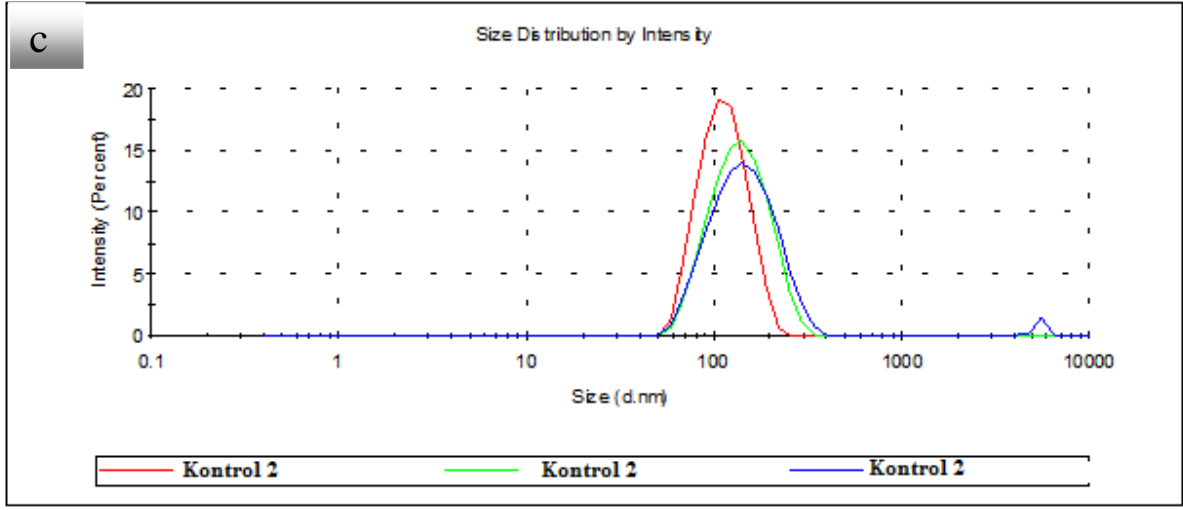
Optimum noktada üretilen örnekteki %0,4 civarındaki ksantan gamın protein ve fosfolipitler ile interaksyona girerek yağ partikül çevresinde yeterince negatif yük oluşumunu sağladığı  $\zeta$ -potansiyeli ve partikül çapı değerlerinden elde edilen sonuçlarla doğrulanmıştır.

Ortalama partikül çapı değeri ( $d_{3.2}$ ) dışında diğer dikkat edilmesi gereken durum ise partikül dağılımıyla ilgilidir. Elde edilen şekillere baktığımızda optimum noktada üretilen üründe yağ partiküllerinin tek dağılım halini göstermemesine rağmen, %91,1 oranı ortalama partikül boyutu çevresinde dağılım göstermiştir. Bu durum partikül boyutunun düşük çıkmasının yanında dağılımın homojen olduğunu da göstermektedir. Yine başka bir araştırmada keçi boynuzu gamı ilavesinin yağ/su emülsiyonunda partikül çapı üzerine etkisi araştırılmıştır (Farshchi ve ark. 2013). Araştırmacılar yağ partikül çapının polisakkarit konsantrasyonu artıkça önemli bir miktarda azaldığını vurgulamışlardır.



**Şekil 4. 11.** Ticari ve optimum formülasyona göre üretilen salata soslarının partikül boyutu dağılımı

(a: optimum formülasyona göre üretilen salata sosu örneği, b: ticari salata olarak üretilen salata sosu örneği)



**Şekil 4.12.** Ticari olarak üretilen salata soslarının partikül boyutu dağılımı

(c,b: Ticari olarak üretilen salata sosu örneği)

### 4.7.3. Emülsiyon stabilitesi

Emülsiyon stabilitesi salata soslarının en önemli kalite özelliklerinden birisidir. Emülsiyon stabilitesi düşük salata soslarında depolama sırasında yüzeyde faz ayrılması gözlenebilmektedir. Bu durum daha önceden de açıklandığı gibi salata sosunun yapısındaki emülgatör ve stabilizatör başta olmak üzere formülasyon ve proses şartlarıyla ilişkilidir.

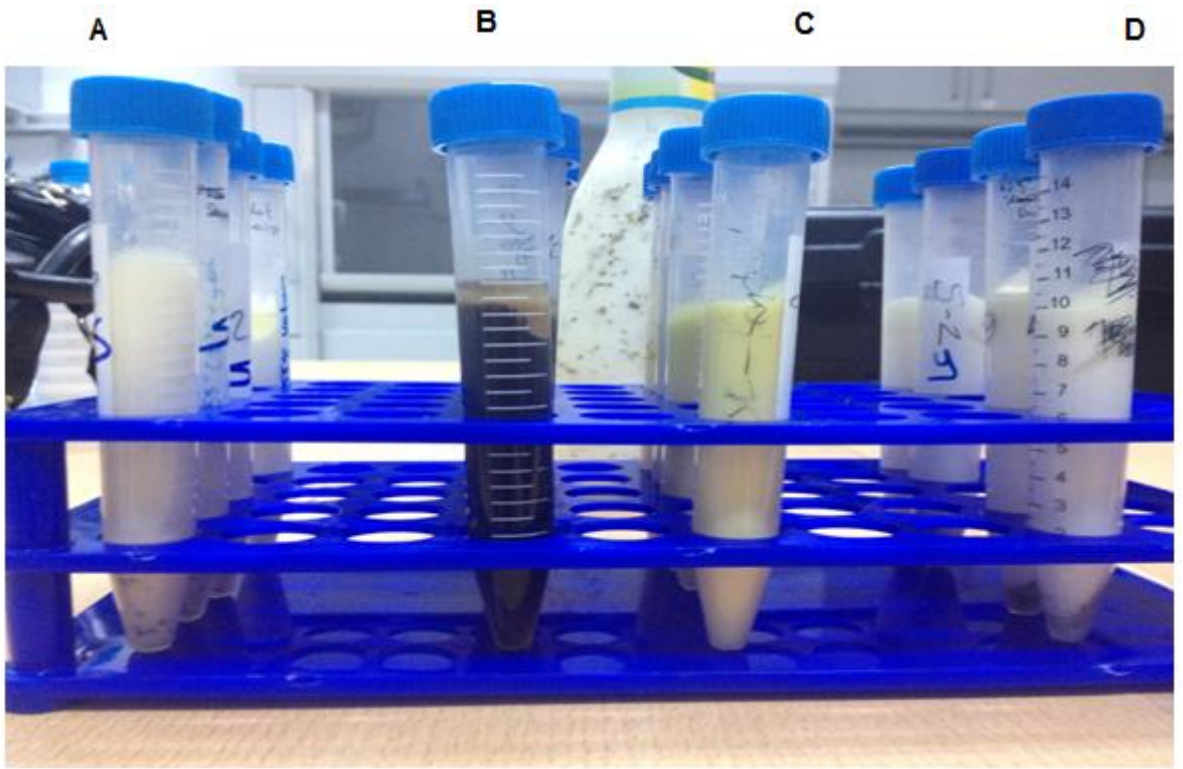
8 hafta boyunca oda sıcaklığında depolanan ticari salata soslarının ve optimum şartlarda üretilen salata sosu örneğinin faz ayrılması durumunu Resim 4.1’de görülmektedir. Resimden de görüleceği üzere hiçbir salata sosu örneğinde 8 hafta sonra herhangi bir faz ayrımının olmadığı gözlenmiştir. Laboratuvar şartlarında üretilen ürünün 28 gün boyunca faz ayrımının gözlenmemesi diğer bir ifadeyle emülsiyon stabilitesinin yüksek çıkması bu formülasyonda ticari koşullarda başarılı bir salata sosunun üretilebileceğini işaret etmektedir. Salata soslarında yapılan optimizasyon çalışmalarında buna benzer sonuçlar literatür çalışmalarında da bildirilmiştir.

Üretmiş olduğumuz salata sosu örneğimizin ticari örneklerde olduğu gibi faz ayrılmasına karşı önemli bir direnç göstermesini farklı şekillerde açıklayabiliriz:

İlk olarak optimizasyon işlemi başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir diye yorum yapabiliriz. Emülsiyonlarda faz ayrılması veya emülsiyon stabilitesinin düşük çıkmasında formülasyonda kullanılan maddeler ve miktarları oldukça önemlidir. Formülasyonda yağ miktarının artması, emülgatör ve stabilizatör içeriğinin düşük çıkması emülsiyonlarda stabil yapının elde edilmesini güçlendirir. Daha önceden de ifade edildiği üzere emülgatörlerin yağ damlacıkları çevresinde adsorbe olarak suyla etkileşim halinde bulunması yağ damlacıkları arasındaki interaksiyonu kesmekte ve emülsiyonu flokülasyon ve koelesansa karşı korumaktadır. Ancak emülgatör miktarının gerekenden daha az veya daha çok olduğunda sırasıyla köprü ve tükenme flokülasyonları meydana gelmekte ürünün stabilitesi azalmaktadır. Buradan emülgatör miktarının doğru bir şekilde tespit edildiği sonucu çıkmaktadır. Stabilizatörler ise diğer bir önemli bileşenlerdir. Stabilizatörlerin mobil faz etkinliğini yeterince azaltması ve yağ damlacık boyutunun düşmesinde ve emülgatörlerle sinerjik etki göstererek emülsiyonun stabilitesinin artmasına katkı sağlarlar. Özellikle %3 ksantan gam miktarı bu değer için eşik değer olarak nitelendirilebilir. Fazla miktarda ksantan gam ise üründe aşırı bir jel yapısını oluşmasına salata sosunun akış özelliğinin olumsuz etkilenmesine neden olacaktır. Ayrıca ksantan gam miktarının ortamda istenilen seviyeden fazla olması yağ

partikülleriyle lokalize olmamış molekül sayısını artırıp tükenme flokülasyonuna zemin hazırlayacaktır. Bu yüzden ksantan gam miktarın da çok iyi bir şekilde ayarlandığını söylenebilir.

İkinci olarak emülsiyon işleminin başarılı bir şekilde yapıldığını sonucu çıkarılabilir. Gerek homojenizasyon işlemi sırasında uygulanan karıştırma hızı ve karıştırma süresinin iyi ayarlanması gerekse de bu süre boyunca emülgatörler başta olmak üzere emülsiyon oluşturmada etkili bileşenlerin yapısına zarar verilmediğini söyleyebiliriz.



**Resim 4.1.** 56 gün boyunca depolanan salata soslarının emülsiyon stabilitesinin değerlendirilmesi (A, B ve D kontrol grubu örnekleri C ise optimum noktada üretilen ürünü göstermektedir.)

#### 4.7.4. Optimize edilmiş üründe probiyotik ve EPS üreten laktik asit bakterilerinin kullanılması

Bu çalışmada *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei* probiyotik özellikteki salata sosu üretiminde kullanılmıştır. Probiyotik mikroorganizmanın gelişimi için optimize edilmiş formülasyonda % 3 oranında inülin ilave edilmiştir. Başlangıçta  $2 \times 10^8$  kob/g sayısında olan mikroorganizma 28 gün sonra bir miktar artış gösterirken depolama sonunda mikroorganizma sayısı  $5 \times 10^7$  kob/g değerine kadar düşmüştür. Bu durum probiyotik özellikteki salata sosu üretiminde yeni bir formülasyon optimizasyonunun gerekliliğini ortaya koymaktadır. Yapılan bir araştırmada probiyotik salata sosu üretimi optimizasyonu yapılmıştır (Mantzourido 2013). 12,5 hafta boyunca farklı oranlarda yulaf unu, ksantan gam ve yağ içeren örneklerde probiyotik özellikteki mikroorganizmanın (*Lactobacillus paracasei subsp. paracasei*) gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Probiyotik mikroorganizma sayısı üzerine formülasyonun etkisi önemli bulunmuş ve maksimum probiyotik mikroorganizma gelişimine olanak sağlayacak optimum konsantrasyon % 20 yağ, % 0,475 ksantan gam ve % 3 yulaf unu olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar probiyotik salata sosu üretiminin mümkün olabileceğini göstermektedir. Bu yanında bu konuda daha fazla araştırmaya da ihtiyaç duyulmaktadır.

Optimum konsantrasyonlarda yapmış olduğumuz bir diğer analiz ise EP üreten mikroorganizmaların salata sosu üretiminde kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. *Streptococcus thermophilus* mikroorganizmasının salata sosu örneğinde yaklaşık 2 ay boyunca gelişimi gözlenmiştir. Bununla birlikte Örneklerin reolojik özelliklerindeki değişim tespit edilmiştir. Sonuçlar EPS üreten mikroorganizmanın sayısında depolamaya bağlı olarak bir azalma olduğunu göstermektedir. Bu durum EPS üretimi için yeni bir optimizasyon çalışmasına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Başlangıç ve 2 aylık depolama boyunca kontrol ve EPS içeren örneklerin *K* değerleri sırasıyla 5,73-5,85 Pas<sup>n</sup> ve 5,93-6,02 Pa.s<sup>n</sup> olarak tespit edilmiştir. Örneklerin kıvam katsayılarının depolama boyunca birbirine yakın değerlerde olması EPS üretiminin gerçekleşmediğini veya kıvam katsayısında istenilen seviyede bir artışa neden olacak bir EPS üretiminin olmadığını göstermektedir. Bu durum yeni araştırmaların yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.



#### **4.8. Salata sosu örneklerinin fizikokimyasal özelliklerine baharat, yağ çeşidi ve asitlik verici ajanların etkisi**

##### **4.8.1. Salata soslarının fizikokimyasal özellikleri**

Salata sosu örneklerinin fizikokimyasal özellikleri Çizelge 4,8'de gösterilmiştir. Örneklerin % asitlik değerleri %0,5040-0,6625, pH değeri 3,57-4,38, kuru madde % 32 ve kül değeri % 1,5 olarak bulunmuştur. Örneklerin yüzde asitlik değerlerine baharat çeşidinin önemli bir etkisi olmazken ( $P>0,05$ ) yüzde asitlik değeri asitlik verici ajanlar ve yağ çeşidinden önemli bir şekilde etkilenmiştir ( $P<0,05$ ). Limon suyu ile asitlendirilen salata sosu örneklerinin yüzde asitlik değeri sirkeyle asitlendirilen örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca susam yağı kullanılan salata sosu örneklerinin serbest yağ asidi değerleri diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Bu duruma susam yağının başlangıç asitlik değerinin yüksek olması sebep olmuş olabilir. Örneklerin pH değeri ise yüzde asitlik değerlerine benzer bir sonuç çıkmıştır. Limon suyu kullanılan salata sosu örneklerinin pH değeri daha düşük bulunmuştur.

Salata soslarında asitlik ve pH'ün ürünün duyuusal, mikro yapısal özellikleri ve en önemlisi raf ömrünü etkileyen önemli parametrelerdir. pH değeri 4 değerinin altına düştüğünde salata sosu gibi düşük yağ içeren emülsiyonlarda  $\zeta$ -potansiyelinde ve nihayetinde de emülsiyon stabilitesinde azalmaya neden olur. Salata soslarında asetik asit ve sitrik asit kaynaklarının kullanımının temel amacı mikrobiyal gelişime önlem almaktır. Salata soslarında asitlik değerinin asetik asit cinsinden %0,25 ve daha yukarı seviyelerde olması patojenlerin gelişiminin kontrol altına alınmasında yeterli olabilmektedir (Ma ve Boye 2013).

Sirke içeren salata sosu örneklerinin asitlik değeri %0,4 değerinden daha yüksek olarak bulunmuştur. Sirke içeren salata sosu örneklerinin pH değerinin daha yüksek olmasına karşın asitlik değerinin %0,4 değerinden fazla olması mikrobiyal gelişimi kontrol altına alma açısından yeterli olabilmektedir. Ayrıca asetik asidin disasosiyeli olma özelliğinden dolayı sirke ile asitlendirilen örneklerin daha yüksek pH değerine sahip olmasına rağmen mikrobiyal açıdan daha güvenli olabileceklerini rahatlıkla ifade edebiliriz. Özetle örneklerin asitlik değerlerinin mikrobiyal gelişimi kontrol altına alabilecek düzeyde ve  $\zeta$ -potansiyeli gibi diğer önemli özellikleri olumsuz olarak etkilemeyecek seviyededir. Bu sonuçlar asitlik değerinin

gerek mikrobiyal gerekse de emülsiyon stabilitesi istenilen seviyede olabilecek şekilde ayarlandığını söyleyebiliriz.

Çalışmamızda salata sosu örneklerinden elde edilen pH ve yüzde asitlik değerleri daha önce yayınlanmış diğer araştırmalarla benzerlik göstermektedir. Mantzouridou ve ark. (2013) yağ, ksantan gam ve depolama süresinin salata soslarında bazı probiyotik bakteri gelişimi, reolojik özellikler, partikül boyutu ve  $\zeta$  – potansiyeli üzerine etkisi inceledikleri araştırmalarında salata soslarının pH değerlerini depolamanın ilk gününde 3,68-3,84 olarak bildirmişlerdir. Bu değerler limon suyu ile asitlendirdiğimiz salata sosu örneklerinin pH değerlerine oldukça benzer çıkmıştır. Başka bir araştırmada limon suyu ve zeytinyağı içeren salata sosunun fizikokimyasal, reolojik ve stabilite özellikleri araştırılmıştır. Bu araştırmada pH değeri 3,4-3,6 olarak ayarlanmıştır. Salata soslarının pH değerlerinin literatürlerde farklı ayarlanmasındaki neden emülgatör ve stabilizatör başta olmak üzere kullanılan bileşenlerin farklılığı ile açıklanabilir (Paraskevopoulou ve ark. 2007).

Örneklerin kuru madde ve kül değerlerinde beklenildiği üzere istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Baharatların kuru madde miktarlarının birbirine yakın olduğunu düşünürsek kuru madde üzerine etkisi olabilecek tek faktör limon suyu ve sirkenin kuru madde farklılığı olacaktır. Ancak Çizelge 4,8'den de görüldüğü üzere bu fark istatistiksel olarak önemli bir etki göstermemiştir.

Salata sosu örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri ise sırasıyla 70,15-75,78, 1,23-5,86 ve 12,52-32,26 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin renk değerleri Çizelge 4,8'den de görüleceği üzere yağ, baharat ve asitlik verici ajan kullanımından önemli olarak etkilenmiştir. Kırmızıbiber kullanılan örneklerin  $a^*$  değeri daha yüksek olarak bulunurken, zeytin ve kabak çekirdeği yağı kullanılan örneklerin  $b^*$  değeri daha yüksek çıkmıştır. Daha önceden yapılmış çalışmaları dikkate aldığımızda renk değerleri arasında bizim çalışmamıza göre benzerlik ve farklılıklar görülmektedir (Jang ve ark. 2011; Bortnowska ve ark. 2013; Ma ve ark. 2013). Bu durum kullanılan yağ çeşidi, baharat ve diğer bileşenlerin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

**Çizelge 4.8.** Salata sosu örneklerinin yüzde asitlik, pH, kuru madde, kül ve renk değerleri

Örnek	Fizikokimyasal Özellikler			Renk değerleri		
	Asitlik (%)	pH	Kuru madde (%)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
KSN	0,5238 ± 0,006 <sup>c</sup>	4,37 ± 0,01 <sup>ab</sup>	32,51 ± 0,08 <sup>a</sup>	60,97 ± 0,43	0,13 ± 0,43	19,75 ± 0,88
KSK	0,5298 ± 0,011 <sup>c</sup>	4,38 ± 0,00 <sup>a</sup>	32,20 ± 0,29 <sup>a</sup>	63,22 ± 0,24	1,24 ± 0,17	21,37 ± 0,38
KSB	0,5306 ± 0,012 <sup>cb</sup>	4,37 ± 0,01 <sup>ab</sup>	32,96 ± 1,01 <sup>a</sup>	61,68 ± 0,19	14,2 ± 0,21	29,65 ± 0,43
KLN	0,5408 ± 0,006 <sup>b</sup>	3,63 ± 0,01 <sup>e</sup>	32,90 ± 0,49 <sup>a</sup>	63,69 ± 0,81	-0,21 ± 0,62	21,33 ± 0,46
KLK	0,5407 ± 0,006 <sup>b</sup>	3,61 ± 0,00 <sup>e</sup>	32,04 ± 0,79 <sup>a</sup>	65,07 ± 0,22	1,40 ± 0,51	22,08 ± 0,48
KLB	0,5453 ± 0,015 <sup>b</sup>	3,61 ± 0,00 <sup>e</sup>	32,25 ± 0,74 <sup>a</sup>	64,40 ± 0,09	13,54 ± 0,11	31,01 ± 0,11
SSN	0,5069 ± 0,007 <sup>d</sup>	4,32 ± 0,00 <sup>c</sup>	32,90 ± 0,10 <sup>a</sup>	65,74 ± 0,46	1,19 ± 0,13	15,96 ± 0,63
SSK	0,5040 ± 0,007 <sup>d</sup>	4,29 ± 0,01 <sup>d</sup>	32,80 ± 0,17 <sup>a</sup>	69,41 ± 0,22	2,23 ± 0,04	19,12 ± 0,06
SSB	0,5155 ± 0,015 <sup>cd</sup>	4,29 ± 0,02 <sup>d</sup>	32,76 ± 1,05 <sup>a</sup>	63,83 ± 0,33	14,74 ± 0,58	29,83 ± 0,04
SLN	0,6625 ± 0,020 <sup>a</sup>	3,57 ± 0,01 <sup>f</sup>	32,85 ± 0,51 <sup>a</sup>	65,66 ± 0,02	1,40 ± 0,09	17,36 ± 0,03
SLK	0,6576 ± 0,023 <sup>a</sup>	3,59 ± 0,00 <sup>f</sup>	32,87 ± 0,05 <sup>a</sup>	68,98 ± 0,52	2,35 ± 0,11	20,89 ± 0,31
SLB	0,6435 ± 0,014 <sup>a</sup>	3,60 ± 0,00 <sup>ef</sup>	32,68 ± 0,25 <sup>a</sup>	67,25 ± 0,45	14,33 ± 0,15	30,03 ± 0,18
ZSN	0,5261 ± 0,006 <sup>c</sup>	4,38 ± 0,00 <sup>a</sup>	32,93 ± 0,53 <sup>a</sup>	67,29 ± 0,87	-3,15 ± 0,04	29,18 ± 0,29
ZSK	0,5232 ± 0,005 <sup>c</sup>	4,37 ± 0,00 <sup>ab</sup>	32,64 ± 0,24 <sup>a</sup>	69,02 ± 0,19	-1,84 ± 0,06	31,02 ± 0,31
ZSB	0,5305 ± 0,015 <sup>cb</sup>	4,36 ± 0,00 <sup>b</sup>	32,84 ± 0,06 <sup>a</sup>	66,86 ± 0,45	10,55 ± 0,24	35,66 ± 0,63
ZLN	0,5454 ± 0,017 <sup>b</sup>	3,63 ± 0,00 <sup>e</sup>	32,85 ± 0,31 <sup>a</sup>	67,27 ± 0,09	-1,87 ± 0,07	25,91 ± 0,04
ZLK	0,5538 ± 0,006 <sup>b</sup>	3,64 ± 0,02 <sup>e</sup>	32,71 ± 0,08 <sup>a</sup>	71,14 ± 0,05	-0,66 ± 0,04	30,81 ± 0,23
ZLB	0,5609 ± 0,006 <sup>b</sup>	3,59 ± 0,02 <sup>ef</sup>	32,95 ± 0,52 <sup>a</sup>	71,15 ± 0,21	8,23 ± 0,19	33,54 ± 0,12

Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak önemi belirtmektedir ( $P < 0,05$ ).

KSN: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSK: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSB: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, KLN: Kabak çekirdeği yağı, limon ve nane, KLK: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kekik, KLB: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kırmızıbiber, SSN: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSK: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, SLN: Susam yağı, limon ve nane içeren, SLK: Susam yağı, limon ve kekik içeren, SLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber, ZSN: Susam yağı, sirke ve nane, ZSK: Susam yağı, sirke ve nane, ZSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber, ZLN: Susam yağı, limon ve nane, ZLK: Susam yağı, limon ve kekik, ZLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber.

#### 4.8.2. Salata soslarının $\zeta$ – potansiyeli ve partikül boyutu

Daha önceden belirtildiği üzere  $\zeta$  – potansiyeli değeri salata sosu gibi emülsiyon ürünler için oldukça önemli bir parametredir. Yağ partikül boyutu çevresindeki pozitif veya negatif yük artıka elektrostatik itme kuvveti artarak damlacıkların bir araya gelme durumu zorlaşacak ve emülsiyon stabilitesi artacaktır.

Farklı baharat, yağ çeşidi ve asitlik verici ajanlar kullanmak suretiyle hazırlanan salata soslarına ait  $\zeta$ -potansiyeli ve yağ partikül boyutu değerleri Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. Ürünlerin  $\zeta$ - potansiyeli değerleri -34,56mV ile -37,7 mV değerleri arasında değişmektedir. Çizelge 4.9’da da görüldüğü üzere bu değerler arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir. ( $P>0,05$ ). Ayrıca 18 farklı örneğin tamamının  $\zeta$ - potansiyeli değeri -30 mV dan daha aşağıda bir seviyedir. Bu değer emülsiyonlar için makul bir stabilitenin sağlanmasında bir eşik değer olarak değerlendirilir (Zhao ve ark. 2015). Başka bir ifadeyle bu sonuçlar salata sosu örneklerinin stabilitesinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

Ürünlerin  $\zeta$ -potansiyeli değerleri üzerine baharat, yağ ve asitlik verici ajanların çeşidinin önemsiz olması bu faktörlerin yağ partikül çevresinde yeterince yük değişmesine sebebiyet vermediğini göstermektedir. Özellikle asitlik verici ajanların ürünlerin pH ve asitliğinde değişime neden olduğunu görmüştük. pH  $\zeta$ - potansiyelini etkileyen önemli parametrelerden birisidir. Birçok araştırmacıya göre pH düştükçe negatif yükte bir azalma gerçekleşir ve  $\zeta$ - zeta potansiyeli değeri istemediğimiz bir değer olan sıfıra doğru yaklaşır (de Morais ve ark. 2006; Zhao ve ark. 2015).

Yapılan bir araştırmada farklı pH uygulamasının yağ içinde su emülsiyonunun  $\zeta$ - potansiyeli değerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmacılar pH 4 ve yukarısı değerlerinde  $\zeta$  – potansiyeli değerinin istenilen stabilitenin sağlanmasında kritik bir değer -30 mV değerinin aşağısında olduğunu ve pH değişimiyle değişmediğini bildirmişlerdir. (Mahfoudhi ve ark. 2014). pH değeri 4’ün altına indiğinde ise  $\zeta$  –potansiyelinde önemli bir değişim gözlenmiş ve sıfıra doğru bir eğilim tespit edilmiştir. Araştırmacılar  $\zeta$ -potansiyelinin yalnızca asitli ortamda değişebileceği yorumunu yapmışlardır.

Başka bir araştırmada fesleğen çekirdeği gamı ile stabilize edilmiş yağ/su emülsiyonun farklı pH değerlerinde  $\zeta$ -potansiyeli, yağ partikül boyutu ve reolojik özelliklere etkisi incelenmiştir. pH 4 ve 7 arasında  $\zeta$ -potansiyeli değerlerinde önemli bir değişim gözlemlenmezken pH değerinin 2'ye düşmesiyle birlikte  $\zeta$ -potansiyeli değerlerinde çok ciddi bir azalma tespit edilmiştir (Hosseini-Parvar ve ark. 2016).

Bu çalışmalarda incelenen pH aralığı oldukça geniş bir aralıkta olmasına rağmen değişim gözlenen pH aralığı 2-4 arasındadır. Bizim çalışmamızda farklı baharat, yağ ve asitlik verici ajan kullanımının pH veya sterik etki gösterip göstermeyeceği önemli bir konudur. Baharatlardan kaynaklanan herhangi bir yük farklılığı gözlenmemektedir. Bu da baharatların  $\zeta$ -potansiyeli üzerinde neredeyse hiçbir etkisinin olmamasına neden olmuştur. Limon suyu ve asitliğin ise pH açısından bir farklılık oluşturmuşlardır. Bu durum  $\zeta$ -potansiyeli üzerine önemli bir etki göstermemiştir. Çünkü salata sosu pH değerleri 3,60 ile 4,40 arasında değişmektedir. Bu değerler pH değişiminin  $\zeta$ -potansiyeli üzerine etki gösterebileceği sınır değerlerdir. Bu nedenle asitlik verici ajanların konsantrasyonu bazı salata soslarında olduğu gibi %15-20 seviyelerine ulaştığında diğer bir ifadeyle pH 3,5 altına düştüğünde salata soslarının  $\zeta$ -potansiyeli azalır ve stabilite de düşme gözlenebilir. Bu açıdan asitlik verici ajanlar kullanırken  $\zeta$ -potansiyeli üzerine etkisinin mutlaka incelenmesi gerekmektedir. Yağ çeşidinin etkisi de yine diğer bileşenlerde olduğu gibi sınır bir düzeyde kalmıştır. Ancak bu araştırmada kullanılan soğuk pres yağların asitlik değeri beklenen seviyelerden düşük çıkmıştır. Soğuk pres yağların asitliğinin %2 seviyelerine ulaşması  $\zeta$ -potansiyelinde olumsuz değişimlere neden olabilmektedir.

Salata sosu gibi emülsiyonlarda diğer bir önemli özellik yağ partikül boyutudur. 18 farklı örneğin yağ partikül boyutu değeri 222,959-260,116 nm değerleri arasında değişmektedir. Görüldüğü üzere örneklerin partikül boyutu arasında istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir. Örneklerin partikül boyutlarında istatistiksel fark olmamasının yanında zeytin yağıyla üretilen salata soslarında yağ partikül boyutu genelde düşük susam yağının ise daha büyük bulunmuştur. Baharat çeşitlerinin ise yağ partikül boyutu üzerinde herhangi bir etkisi görülmemektedir.  $\zeta$ -potansiyeli değişiminde olduğu gibi partikül boyutunda örnekler arasında farklılık göstermemesi bileşen farklılığının sterik ve elektrostatik etkiye neden olmamasından kaynaklanmaktadır.

**Çizelge 4.9.** Salat sosu örneklerinin yağ partikül boyutları ve zeta ( $\zeta$ ) potansiyeli değerleri

Örnek	Partikül Boyutu (nm)	$\zeta$ -Potansiyeli (mV)
	0	28
KSN	224,701 $\pm$ 9,75 <sup>a</sup>	-35,1 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>
KSK	230,9333 $\pm$ 5,71 <sup>a</sup>	-35,60 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>
KSB	232,7333 $\pm$ 16,72 <sup>a</sup>	-34,8 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>
KLN	247,525 $\pm$ 15,87 <sup>a</sup>	-34,75 $\pm$ 0,75 <sup>a</sup>
KLK	242,220 $\pm$ 9,26 <sup>a</sup>	-35,85 $\pm$ 0,71 <sup>a</sup>
KLB	230,166 $\pm$ 14,06 <sup>a</sup>	-34,8 $\pm$ 0,86 <sup>a</sup>
SSN	254,220 $\pm$ 16,59 <sup>a</sup>	-35,91 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>
SSK	233,822 $\pm$ 12,61 <sup>a</sup>	-34,56 $\pm$ 1,02 <sup>a</sup>
SSB	251,405 $\pm$ 16,68 <sup>a</sup>	-35,51 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>
SLN	233,311 $\pm$ 5,86 <sup>a</sup>	-36,53 $\pm$ 1,06 <sup>a</sup>
SLK	251,106 $\pm$ 4,73 <sup>a</sup>	-37,7 $\pm$ 2,62 <sup>a</sup>
SLB	258,110 $\pm$ 12,36 <sup>a</sup>	-36,25 $\pm$ 0,72 <sup>a</sup>
ZSN	242,978 $\pm$ 12,89 <sup>a</sup>	-36,83 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>
ZSK	227,200 $\pm$ 16,89 <sup>a</sup>	-35,63 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>
ZSB	247,494 $\pm$ 12,02 <sup>a</sup>	-36,06 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>
ZLN	225,162 $\pm$ 12,82 <sup>a</sup>	-34,65 $\pm$ 0,85 <sup>a</sup>
ZLK	222,959 $\pm$ 5,63 <sup>a</sup>	-35,05 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>
ZLB	231,770 $\pm$ 7,42 <sup>a</sup>	-34,15 $\pm$ 0,85 <sup>a</sup>

Aynı sütundaki küçük harfler örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ( $P < 0,05$ ).

KSN: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSK: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSB: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, KLN: Kabak çekirdeği yağı, limon ve nane, KLK: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kekik, KLB: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kırmızıbiber, SSN: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSK: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, SLN: Susam yağı, limon ve nane içeren, SLK: Susam yağı, limon ve kekik içeren, SLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber, ZSN: Susam yağı, sirke ve nane, ZSK: Susam yağı, sirke ve nane, ZSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber, ZLN: Susam yağı, limon ve nane, ZLK: Susam yağı, limon ve kekik, ZLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber.

Bileşenlerin  $\zeta$ -potansiyeli ve yağ partikülü boyutu üzerinde istatistiksel bir farka yol açmaması salata soslarının stabilitesi açısından olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Bunun nedeni ise optimizasyon neticesinden üretilen ürünün gerek  $\zeta$ -potansiyeli gerekse de partikül boyutu arzu edilebilir değerleridir. Bu değerler baharat veya asitlik verici ajanlarla

değişmemesi ürün stabilitesinin korunacağı anlamına gelir. Özellikle baharatlardan beklediğimiz farklılık aroma, tat gibi duyuşal özelliklere ve oksidatif stabiliteye etki göstermesidir. Bu anlamda özetle 18 farklı ürünün  $\zeta$ -potansiyeli potansiyeli ve partikül boyutu değerleri emülsiyon stabilitesinin yüksek olacağına işaret etmektedir.

#### **4.8.3. Yağ baharat asitlik verici ajanların salata sosu örneklerinin reolojik özelliklerine etkisi**

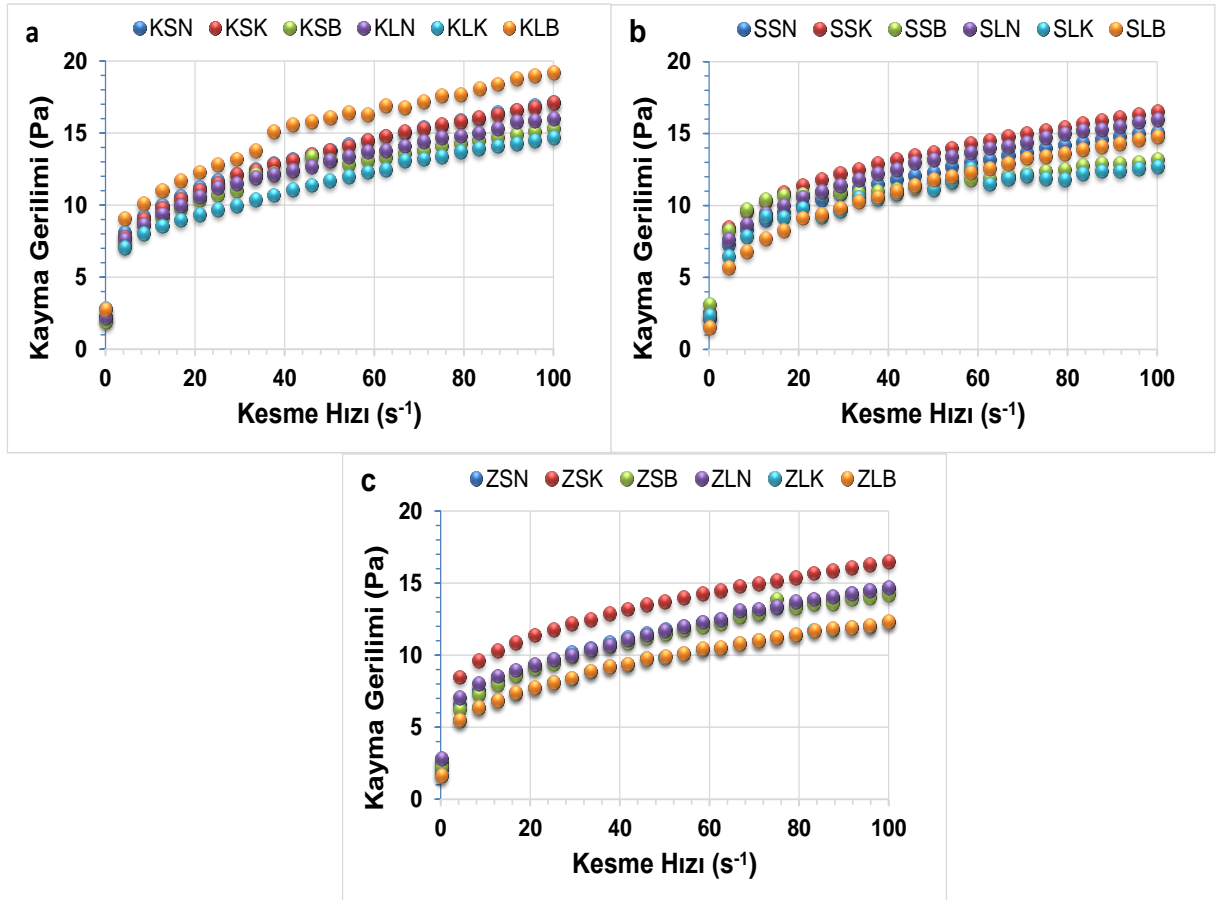
Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Örnekler optimizasyon sırasında elde edilen örneklerde olduğu gibi akma gerilimine sahip Newton olmayan akış davranış özelliğini sergilemişlerdir. Yağ çeşidinin optimizasyon öncesi yaptığımız analizde reolojik özelliklere etkisinin olmadığı sonucunu görmüştük. Bu aşamada ise yağ çeşidi yanında baharat ve asitlik verici ajanların da salata sosu örneklerinin reolojik özelliklerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür.

Örneklerin akış davranış reolojik özelliklerine ait parametreler Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Salata sosu örneklerinin  $K$  değerleri 4,55-5,97 Pa<sup>s</sup>,  $\tau_0$  değerleri 1,90-2,63 Pa ve  $n$  değerleri ise 0,2322-0,2632 değerleri arasında bulunmuştur. Örneklerin  $K$  değerleri arasında istatistiksel bir fark tespit edilememiştir. Ayrıca elde edilen  $K$  değerleri optimum olarak belirlenen salata sosu örneğinin  $K$  değerine yakın çıkmıştır. Örneklerin  $n$  ve  $\tau_0$  değerleri üzerine de baharat ve asitlik verici ajanların etkisi önemsiz çıkmıştır ( $P>0,05$ ). Örneklerin  $n$  değerlerinin 0 yakın (yaklaşık 0,25) çıkması örneklerin pseudoplastik karakterlerinin yüksek olması diğer bir ifadeyle örneklerin salata sosundan beklenen akış özelliğine sahip olduğunu göstermektedir.

$\zeta$ -potansiyeli ve partikül boyutu özelliklerinde olduğu gibi akış davranış reolojik özelliklerin üzerine yağ, baharat ve asitlik verici ajanların etkisinin önemli olmadığı görülmüştür. Reolojik özellikler ksantan gam gibi polisakkarit yapılu bileşenlerin su ve diğer bileşenlerle interaksiyona girerek mobil faz etkinliğinin azalmasıyla değişebilir. Bu durumda kullanılan bileşenin reolojik özelliklere etki göstermesi için ya gamlarda olduğu gibi direk olarak suyla interaksiyona geçerek ya da ksantan gam gibi bileşenlerin etkinliğinde rol oynayacaktır. Baharatların suyla interaksiyonu birbiriyle benzediği için örneklerin reolojik özelliklerinde belirleyici bir role sahip olmamışlardır. Ancak asitlik verici ajanların pH

değerinde değişikliğe neden olması ortamın net yükü,  $\zeta$ -potansiyeli ve bileşenlerin interaksiyonunu sürekli fazın ve ara yüzeyin özelliklerini etkileyeceği reolojik özellikleri de etkileyebilir. Örneklerin reolojik özelliklerinde görülen az bir farkı bu değişimle açıklayabiliriz.

Yapılan bir araştırmada bildirilen sonuçlar bu etkiyi doğrulamaktadır. (Franco ve ark. 2000). Araştırmacılar pH 3,5 ile 7 arasındaki değişimin yağ/ su emülsiyonda reolojik özellikler ve partikül boyutu değerlerin değişimini incelemişlerdir. pH değeri izoelektrik noktaya kadar artırıldığında emülsiyonun akış davranış ve dinamik reolojik parametrelerinde artış gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada limon suyu ve sirkenin reolojik özelliklerde değişime neden olacak asitlik farkına neden olmadığı görülmüştür. Yukarıda da ifade edildiği üzere tüm örneklerin reolojik özelliklerin salata sosunun tipik reolojik özelliklerine sahip olması ve farklı baharat ve asitlik verici ajan kullanımının reolojik özelliklerde olumsuzluğa neden olmaması olumlu bir sonuçtur.



Şekil.4.13. Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik davranışları



**Çizelge 4.10.** Salata sosu örneklerinin akış davranış reolojik özelliklerine ait parametreler.

Örnek	$\tau_0$ (Pa)	$K$ (Pa.s <sup>n</sup> )	$n$	R <sup>2</sup>
KSN	2,26	5,9722	0,2367	0,9974
KSK	1,9	5,2322	0,2584	0,9984
KSB	2,21	4,5518	0,2514	0,9934
KLN	2,3	5,5802	0,236	0,9977
KLK	2,23	5,9088	0,2575	0,9964
KLB	1,86	5,3113	0,2592	0,995
SSN	2,21	5,1996	0,2385	0,9976
SSK	2,58	5,535	0,2322	0,9959
SSB	3,10	4,8900	0,2512	0,9784
SLN	2,18	5,724	0,2327	0,9982
SLK	2,34	5,0572	0,2504	0,9762
SLB	2,52	4,3181	0,2589	0,9977
ZSN	2,03	5,7011	0,2412	0,9947
ZSK	2,57	4,9151	0,2599	0,9982
ZSB	2,18	5,2321	0,2508	0,9973
ZLN	2,34	4,5757	0,2632	0,9894
ZLK	2,52	5,4174	0,2565	0,9994
ZLB	2,63	5,3752	0,2581	0,9982

KSN: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSK: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSB: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, KLN: Kabak çekirdeği yağı, limon ve nane, KLK: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kekik, KLB: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kırmızıbiber, SSN: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSK: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, SLN: Susam yağı, limon ve nane içeren, SLK: Susam yağı, limon ve kekik içeren, SLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber, ZSN: Susam yağı, sirke ve nane, ZSK: Susam yağı, sirke ve nane, ZSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber, ZLN: Susam yağı, limon ve nane, ZLK: Susam yağı, limon ve kekik, ZLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber.

#### 4.8.4. Farklı yağ, baharat ve asitlik verici ajanların örneklerin duyuşal özelliklere etkisi

Baharat, yağ ve asitlik verici ajanların salata sosu örneklerinin duyuşal özelliklerine etkisi Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Farklı formülasyon uygulamasının salata soslarının akış davranış özellikleri, zeta potansiyeli ve damlacık boyutuna önemli bir etkisinin olmadığını görmüştük. Salata sosunda baharat, yağ ve asitlik verici ajanların salata soslarının renk, görünüş, tat ve koku gibi duyuşal özelliklerde bir farklılığa yol açtığı şekilden açıkça görülmektedir. Bu beklenen bir durumdur.

Daha önce renk analizinde de ifade ettiğimiz gibi yağ ve baharat çeşidi örneklerin renk değerlerini önemli bir şekilde etkilemişti Zeytin ve kabak çekirdeğinden elde edilen salata soslarının susam yağına göre daha parlak yeşil bir renk özelliğine sahip olması panelist skorlarını da olumlu etkilediği görülmektedir. Genellikle zeytinyağı içeren örneklerin görünüş ve renk değerleri panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir. Renk ve görünüş değerlerine baharatların etkisini incelediğimizde nane ve kekik içeren örneklerin daha çok beğenildiği sonucunu çıkarabiliriz. Limon suyu veya sirke kullanımının renk ve görünüş üzerine belirli bir etkisi görülmemektedir. Genel olarak baktığımızda renk ve görünüş özellikleri için verilen skorların yüksek olduğunu bu duyuşal özellikler açısından üretilen salata soslarının panelistler tarafından bir beğeni kazandığını söyleyebiliriz. Salata soslarını kalite özelliklerini incelediğimizde renk özelliği yağlardan ve baharatlar gibi hammadde kaynaklı renk bileşenleriyle ilişkili olurken görünüş kriteri hem bu renk bileşenleri hem de emülsiyon yapısı, faz ayrımı ve denatürasyon gibi üretim prosesinden kaynaklı kusurlarla da ilişkilidir. Bu açıdan görünüş skorlarının yüksek olması önemli bir sonuçtur.

Salata soslarının tat skorları diğer duyuşal skora göre daha düşüktür. Özellikle sirke ve limon suyu kullanımı panelist skorlarında belirleyici bir etki oluşturmuştur. Sirke içeren örnekler panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir. Bunun yanında biber içeren örneklerin tat skorlarını değerlendirdiğimizde panelistler tarafından beğeni kazanmadığı yorumunu yapabiliriz. En yüksek tat skorlarına sahip örnekler ise limon suyunun kullanıldığı kekik ve nane içeren örneklerdir. Ayrıca kekik içeren sirkeli örnekte panelistler tarafından orta düzeyde bir skor almıştır. Bu durum kekik kullanımının salata soslarında duyuşal yönden olumlu bir etkiye sahip olacağını göstermektedir.

**Çizelge 4.11.** Salata sosu örneklerine ait duyusal skorlar

Örnek	Tat	Koku	Görünüş	Renk	Kıvam	Genel Beğeni
KSN	3,23 ± 0,24	7,25 ± 0,81	6,94 ± 0,25	6,68 ± 0,96	7,57 ± 1,03	7,00 ± 1,35
KSK	5,35 ± 0,78	7,54 ± 0,85	7,17 ± 0,77	7,01 ± 0,75	7,71 ± 1,06	6,83 ± 1,11
KSB	3,27 ± 0,63	6,34 ± 0,94	5,87 ± 0,81	6,02 ± 0,77	6,96 ± 0,81	5,14 ± 1,65
KLN	5,57 ± 0,96	7,67 ± 1,05	7,35 ± 0,85	6,67 ± 0,91	7,43 ± 0,85	7,67 ± 1,10
KLK	6,46 ± 0,60	8,42 ± 0,77	6,77 ± 0,77	6,87 ± 0,85	7,80 ± 1,05	7,80 ± 1,11
KLB	3,65 ± 1,05	7,01 ± 0,81	6,26 ± 0,85	6,24 ± 0,77	6,87 ± 0,81	6,40 ± 1,10
SSN	2,95 ± 0,51	6,90 ± 1,21	5,83 ± 1,04	5,80 ± 0,52	7,47 ± 0,41	6,86 ± 0,89
SSK	5,41 ± 0,73	7,38 ± 0,98	5,32 ± 1,21	5,85 ± 0,53	7,61 ± 0,83	7,33 ± 0,69
SSB	3,05 ± 0,52	6,03 ± 0,75	5,47 ± 0,81	6,05 ± 0,52	6,90 ± 0,89	5,33 ± 1,14
SLN	6,05 ± 1,14	7,97 ± 0,75	6,15 ± 0,84	5,76 ± 1,00	7,99 ± 1,04	7,30 ± 0,94
SLK	5,77 ± 0,54	7,83 ± 0,63	5,68 ± 0,80	6,24 ± 0,75	7,80 ± 0,90	7,58 ± 1,05
SLB	3,71 ± 0,73	6,50 ± 0,83	5,43 ± 0,75	5,66 ± 1,14	7,00 ± 1,04	6,44 ± 1,11
ZSN	3,83 ± 1,16	7,50 ± 0,89	7,83 ± 0,83	8,00 ± 0,51	7,67 ± 0,41	7,00 ± 1,00
ZSK	5,57 ± 1,13	7,67 ± 0,78	7,57 ± 0,81	7,57 ± 0,75	7,57 ± 0,96	6,83 ± 1,32
ZSB	3,33 ± 0,51	6,14 ± 1,72	6,57 ± 1,86	6,83 ± 0,75	6,83 ± 1,61	5,41 ± 1,21
ZLN	6,40 ± 1,14	8,17 ± 0,98	8,00 ± 0,98	7,83 ± 0,41	7,83 ± 0,89	6,67 ± 1,03
ZLK	7,40 ± 1,81	8,60 ± 0,75	7,33 ± 0,54	7,83 ± 0,44	7,80 ± 1,03	7,08 ± 0,84
ZLB	4,00 ± 0,83	7,17 ± 0,99	7,20 ± 0,63	6,80 ± 0,83	7,00 ± 0,54	6,04 ± 1,00

KSN: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSK: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSB: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, KLN: Kabak çekirdeği yağı, limon ve nane, KLK: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kekik, KLB: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kırmızıbiber, SSN: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSK: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, SLN: Susam yağı, limon ve nane içeren, SLK: Susam yağı, limon ve kekik içeren, SLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber, ZSN: Susam yağı, sirke ve nane, ZSK: Susam yağı, sirke ve nane, ZSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber, ZLN: Susam yağı, limon ve nane, ZLK: Susam yağı, limon ve kekik, ZLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber.

Örneklerin kıvam ve koku değerlerinde belirleyici bir farklılık gözlenmemiştir. Reolojik özelliklerle kıvamı optimize edilen örneklerin duyusal olarak ta bir farklılığa yol açmaması beklenen bir durumdur. Koku özelliklerinde bir farklılığın oluşmaması ise panelistlerin sirke tadının baskın etkisiyle açıklayabiliriz.

Örneklerin duyuşal özelliklerine baharat, yağ ve asitlik verici ajanların etkisi panelistler tarafından doğrulanmıştır. Genel olarak 18 farklı örneğın kırmızıbiber içeren örnekler haricinde tüm duyuşal skorlar açısından beğenildiğini söyleyebiliriz. Kırmızıbiber içeren örneklerin tat değerlerinde yapılabilecek modifikasyonlar bu ürünlerine tüketici tarafından beğeni kazandırılabilir. Özetleyecek olursak en beğenilen örneklerin zeytinyağı, limon suyu ve kekik içeren örnek olduğunu ve kabak çekirdeğı yağı kullanımının tüketici tarafından tercih edilebileceğı sonucunu çıkarabiliriz.

#### **4.9. Depolama sırasında salata soslarında gözlenen değışimler**

##### **4.9.1. Emülsiyon stabilitesi**

Optimizasyon işleminin sonrası optimum formülasyona göre üretilen salata sosunun emülsiyon stabilitesi ticari örneklere kıyaslanmıştır. Gerek ticari örnekte ve gerekse de optimum formülasyona göre üretilen salata sosunda herhangi bir faz ayrımı gözlenmemiştir. Bu aşamada ise farklı baharat, yağ ve asitlik verici ajanların emülsiyon stabilitesine etkisi araştırılmıştır. 2 ay boyunca depolan ürünlerde 15 güne arayla faz ayrımı olup olmadığı incelenmiştir.

Yapılan ölçümlerde hiçbir üründe herhangi bir faz ayrımı gözlenmemiştir. Bu durum yağ, baharat ve asitlik verici ajanların salata sosu üründe emülsiyon stabilitesinde olumsuz bir durumuna neden olmadığını göstermektedir. Salata sosu gibi emülsiyon ürünlerde disperse faz, sürekli faz ve ara yüzeyin özelliklerini etkileyen bileşenler emülsiyon stabilitesinde direk olarak etki gösterir.  $\zeta$ -potansiyeli, partikül boyutu, kıvam katsayısı değeri bu fazların özellikleri hakkında önemli fikirler verir. Yukarıda da ilave ettiğimiz gibi ürünlerin kıvam katsayısı,  $\zeta$ -potansiyeli ve partikül boyutu değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca bu değerler optimum noktada üretilen ürünün değerlerine de yakındır. Bu durumda farklı baharat, yağ ve asitlik verici ajanlardan oluşan 18 farklı örneğın benzer ve kararlı bir emülsiyon yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Yağ ve asitlik verici ajanların ortamın net yüküne ve pH değerine istatistiksel olarak etki ettiğini görmüştük. Emülsiyon stabilitesinin tüm ürünlerde yüksek çıkması pH değerindeki bu farklılığın emülsiyon emülsiyon stabilitesinde bir değışikliğe neden olabilecek ölçüde olmadığını göstermektedir.

#### 4.9.2. Oksidatif stabilite

Oksidasyon depolama sırasında yağ ve yağ içeren gıdalarda önemli kalite bozukluklarına yol açan bir olaydır. Bu çalışmada depolama boyunca salata sosunun yağ fazında gözlenen oksidasyonu gözlemlemek amacıyla salata soslarından ekstrakte edilen yağ fazında peroksit sayısı ve ransimat değerleri ölçülmüştür.

Salata soslarında 56 gün depolama süresi boyunca peroksit sayısındaki değişim Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Yağların başlangıç peroksit sayısı değerleri kabak çekirdeği, susam ve zeytinyağı için sırasıyla 1,23, 3,92 ve 9,47 meq. O<sub>2</sub>/kg yağ olarak tespit edilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere depolama süresi boyunca her bir salata sosu örneğinden elde edilen yağ fazının peroksit sayısında bir artış gözlenmiştir. Peroksit sayısı kabak çekirdeğinden elde edilen yağlarda yaklaşık 11, susam yağından elde edilen örneklerde 12 ve zeytinyağından elde edilen örneklerde ise 9 meq. O<sub>2</sub>/kg yağ değeri kadar artış gözlenmiştir. Susam ve kabak çekirdeği yağı ile hazırlanan örneklerin peroksit değerlerinde ilk 28 günden sonra peroksit sayısındaki değişim daha da hızlanmıştır. Zeytin yağından elde edilen örneklerin peroksit sayısı 56 gün boyunca aynı oranda artış göstermiştir. Baharatların peroksit sayısı üzerine etkilerini incelediğimizde ise kekik ile hazırlanmış örneklerin peroksit sayısındaki değişimin diğer örneklerle göre daha düşük çıkarken kırmızı biber ile hazırlanan örneklerin peroksit sayısı genel olarak yüksek çıkmıştır.

Yağlardaki oksidatif stabilitedeki değişimi gösteren diğer bir sonuç olan ransimat analizine ait değerler Çizelge 4.12' te gösterilmiştir. Yağların başlangıç indüksiyon periyotları kabak çekirdeği, susam ve zeytin yağı için sırasıyla 4,66, 3,83 ve 2,47 saat olarak bulunmuştur. Çizelgeden görüldüğü üzere salata soslarının üretiminden hemen sonra yağ çeşidine bakmaksızın ekstrakte edilen yağların indüksiyon periyotlarında bir artış gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca indüksiyon periyotlarında tüm örneklerde bir azalma gözlenmiştir. Bu durum peroksit sayısındaki değişimle uyum içerisindedir. Benzer bir sonuç Qiu ve ark. (2015) tarafından da bildirilmiştir. Ekstrakte edilen yağların indüksiyon sürelerinde başlangıçta meydana gelen artış homojenizasyon işlemi sırasında baharatlardan çözünen lipofilik antioksidanların yağa fazına geçmesi olarak ilişkilendirebiliriz. Diğer taraftan emülsiyonlarda oksidasyon ara yüzey bölgesinde gerçekleştiğinden sulu fazdaki antioksidanlarında oksidasyonun engellenmesinde olumlu etki gösterdiğini düşünebiliriz. Çizelge 4.11'de görüldüğü üzere kekik ile hazırlanmış örneklerin tüm yağ çeşitlerinde

indüksiyon periyotları diğer örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Benzer bulgular aromatize edilmiş zeytin yağının baharatların oksidatif stabilitesine etkisinin incelendiği çalışmalarda da bildirilmiştir (Gambacorta ve ark. 2007; Sousa ve ark. 2015). Bu durumu kekik'den geçen timol, karvakrol, kafeik asit gibi fenolik asitler, bazı flavonoidler ve diterpenoidlerin yağların oksidatif stabilitesini artırmasıyla açıklayabiliriz (Embuscado 2015).

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulardan önemli sonuçlardan birisi de kırmızı biber ile hazırlanan örneklerin genel olarak oksidatif stabiliteilerinin düşük olmasıdır. Bu bulgular baz araştırmacılar tarafından da doğrulanmaktadır (Caporaso ve ark. 2013; Silva ve ark. 2013). Kırmızı biberin oksidatif stabiliteyi azaltmadaki rolünü iki şekilde açıklayabiliriz. Birincisi kurutma sırasında özellikle çekirdeklerde yoğun olan ve çoklu doymamış yağ asidi içeriği yüksek olan yağın sıcaklığın etkisiyle oksidasyona uğraması ve ikinci faktör ise kırmızı biberin kurutmaya birlikte oranı artan mineraller gibi prooksidan maddeler içermesidir (Silva ve ark. 2013).

Salata sosu gibi emülsiyon ürünlerde oksidatif stabiliteye disperse faz, sürekli faz ve ara yüzey özellikleri etki etmektedir. Örneğin disperse fazda yağın doymamışlık derecesi düşük, lipofilik antioksidan madde miktarı yüksek ve başlangıç serbest asitlik ve peroksit değeri düşükse bu durum oksidatif stabiliteye olumlu etki gösterecektir. Sürekli fazda ise polar antioksidan maddeler, tuz gibi prooksidan maddeler, adsorbe olmayan proteinler, metal iyonları oksidasyon derecesini etkileyecektir. Oksidasyonu etkileyen en önemli etken ise yağ ve su ara yüzey özelliğidir. Ara yüzeyde emülgatörlerin oluşturduğu filmin özellikleri, adsorblanmayan emülgatörler ara yüzeyde gözlenecek oksidasyonu doğrudan etkiler. Tüm bu etmenleri dikkate aldığımızda emülgatör çeşidinin ve miktarının aynı olması oksidasyonda farklılık oluşturacak tek parametrenin yağ ve baharat çeşidi olduğunu göstermektedir. Yağların başlangıç ransimat değerlerinin farklı olması ve baharatların lipofilik ve hidrofilik antioksidanlara sahip olması oksidasyonda belirleyici etki göstermelerini sağlayacaktır. Örneklerin 56 gün sonra elde edilen başlangıç ransimat değerlerine yakın olması ara yüzeyde emülgatörlerin iyi bir film oluşturduğu ve yağı oksidasyona karşı koruduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca baharatlardan ve yağların doğal yapısında bulunan antioksidanların oksidasyona karşı özellikle ikinci oksidasyona ürünlerinin oluşmasında koruyucu etki gösterdiklerini söyleyebiliriz.

**Çizelge. 4.12** Salata sosu örneklerinden ekstrakte edilen yağların Ransimat değerleri

Örnek	İndüksiyon periyodu(saat)		
	0. gün	28.gün	56.gün
KÇY	4,66 ± 0,19 <sup>c</sup>		
KSN	5,12 ± 0,04 <sup>Ab</sup>	4,85 ± 0,12 <sup>ABb</sup>	4,36 ± 0,05 <sup>Bb</sup>
KSK	5,75 ± 0,14 <sup>Aa</sup>	5,48 ± 0,18 <sup>Aa</sup>	4,89 ± 0,09 <sup>Ba</sup>
KSB	4,69 ± 0,09 <sup>Ac</sup>	4,45 ± 0,14 <sup>Ac</sup>	4,05 ± 0,12 <sup>Bc</sup>
KLN	4,98 ± 0,04 <sup>Ab</sup>	4,65 ± 0,09 <sup>ABbc</sup>	4,22 ± 0,05 <sup>Bbc</sup>
KLK	5,15 ± 0,14 <sup>Ab</sup>	4,88 ± 0,14 <sup>Ab</sup>	4,35 ± 0,07 <sup>Bb</sup>
KLB	4,95 ± 0,07 <sup>Ab</sup>	4,54 ± 0,22 <sup>Bbc</sup>	4,15 ± 0,06 <sup>BCbc</sup>
SY	3,83 ± 0,22 <sup>b</sup>		
SSN	4,45 ± 0,07 <sup>Aa</sup>	4,06 ± 0,16 <sup>Ba</sup>	3,86 ± 0,06 <sup>BCb</sup>
SSK	4,52 ± 0,04 <sup>Aa</sup>	4,28 ± 0,17 <sup>Ba</sup>	4,05 ± 0,01 <sup>Ca</sup>
SSB	4,25 ± 0,07 <sup>Aab</sup>	3,89 ± 0,09 <sup>Bb</sup>	3,55 ± 0,02 <sup>Cbc</sup>
SLN	4,05 ± 0,14 <sup>Ab</sup>	3,54 ± 0,09 <sup>Bbc</sup>	3,12 ± 0,04 <sup>Cc</sup>
SLK	4,54 ± 0,14 <sup>Aa</sup>	4,21 ± 0,24 <sup>Aa</sup>	3,85 ± 0,14 <sup>ABbc</sup>
SLB	4,28 ± 0,04 <sup>Aab</sup>	3,76 ± 0,12 <sup>Bb</sup>	3,25 ± 0,07 <sup>Cc</sup>
ZY	2,47 ± 0,04 <sup>c</sup>		
ZSN	3,61 ± 0,09 <sup>Ab</sup>	3,45 ± 0,13 <sup>Aab</sup>	3,22 ± 0,06 <sup>ABb</sup>
ZSK	4,08 ± 0,18 <sup>Aa</sup>	3,85 ± 0,09 <sup>ABa</sup>	3,56 ± 0,07 <sup>Ba</sup>
ZSB	3,29 ± 0,17 <sup>Abc</sup>	3,04 ± 0,09 <sup>ABb</sup>	2,86 ± 0,12 <sup>Bbc</sup>
ZLN	3,31 ± 0,07 <sup>Ab</sup>	2,85 ± 0,07 <sup>Bbc</sup>	2,55 ± 0,04 <sup>Cc</sup>
ZLK	4,05 ± 0,04 <sup>Aa</sup>	3,86 ± 0,12 <sup>ABa</sup>	3,54 ± 0,04 <sup>Ba</sup>
ZLB	3,54 ± 0,05 <sup>Ab</sup>	3,32 ± 0,11 <sup>ABab</sup>	3,04 ± 0,07 <sup>Bb</sup>

Aynı sütundaki küçük harfler aynı yağ çeşidindeki istatistiksel farkı, Aynı satırdaki büyük harfler ise depolama süresince oluşan istatistiksel farkı ifade etmektedir (P<0,05). KÇY: Kabak çekirdeği yağı, SY: susam yağı, ZY: zeytinyağı, KSN: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane , KSK: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSB: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, KLN: Kabak çekirdeği yağı, limon ve nane, KLK: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kekik, KLB: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kırmızıbiber, SSN: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSK: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, SLN: Susam yağı, limon ve nane içeren, SLK: Susam yağı, limon ve kekik içeren, SLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber, ZSN: Susam yağı, sirke ve nane, ZSK: Susam yağı, sirke ve nane, ZSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber, ZLN: Susam yağı, limon ve nane, ZLK: Susam yağı, limon ve kekik , ZLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber.

Yapılan bir araştırmada antioksidan maddelerin yağ/su emülsiyonunda birinci ve ikinci oksidasyon ürünlerine etkisi incelenmiştir. Depolama boyunca ilave edilen fenolik bileşiklerin (gallik asit, kuersetin ve kateşin) peroksit sayısında olumlu bir etki göstermezken

ikinci oksidasyon ürünlerinin oluşumunda engelleyici bir etki göstermişlerdir (Di Mattia ve ark. 2009).

Benzer bir araştırmada ise zeytinyağından elde edilen fenolik maddelerin (siringik asit, tyrosol ve oleuropein) yağ/ su emülsiyonunda oksidatif stabiliteye etkisi incelenmiştir. Bu amaçla emülsiyon 35°C de 24 gün depolanmıştır. Araştırmacılar ilk 10 gün boyunca kontrol örneğinde birincil oksidasyon ürünlerinde daha fazla oluşum gözlenirken 24 gün sonunda kontrol örnekle antioksidan ilaveli örnekler arasında hidroperoksit oluşumu açısından bir fark gözlenmemiştir. Ayrıca fenolik bileşiklerin hepsi emülsiyonlarda hidroperoksit oluşumuna aynı etkiyi göstermiştir. İkincil oksidasyon ürünlerinin oluşumu ise fenolik maddelerin ilavesiyle azalmıştır. Fenolik maddeler ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumu açısından olumlu bir etki göstermiştir. Ayrıca serum proteinleri izolatları emülgatör olarak kullanıldığında gerek birincil ve gerekse de ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunu önemli şekilde azaltmıştır. Bu durum proteinlerin antiradikal etkisi ve yağ partikülü çevresinde iyi bir film oluşturma özelliğiyle açıklanmıştır (Di Mattia ve ark. 2011).

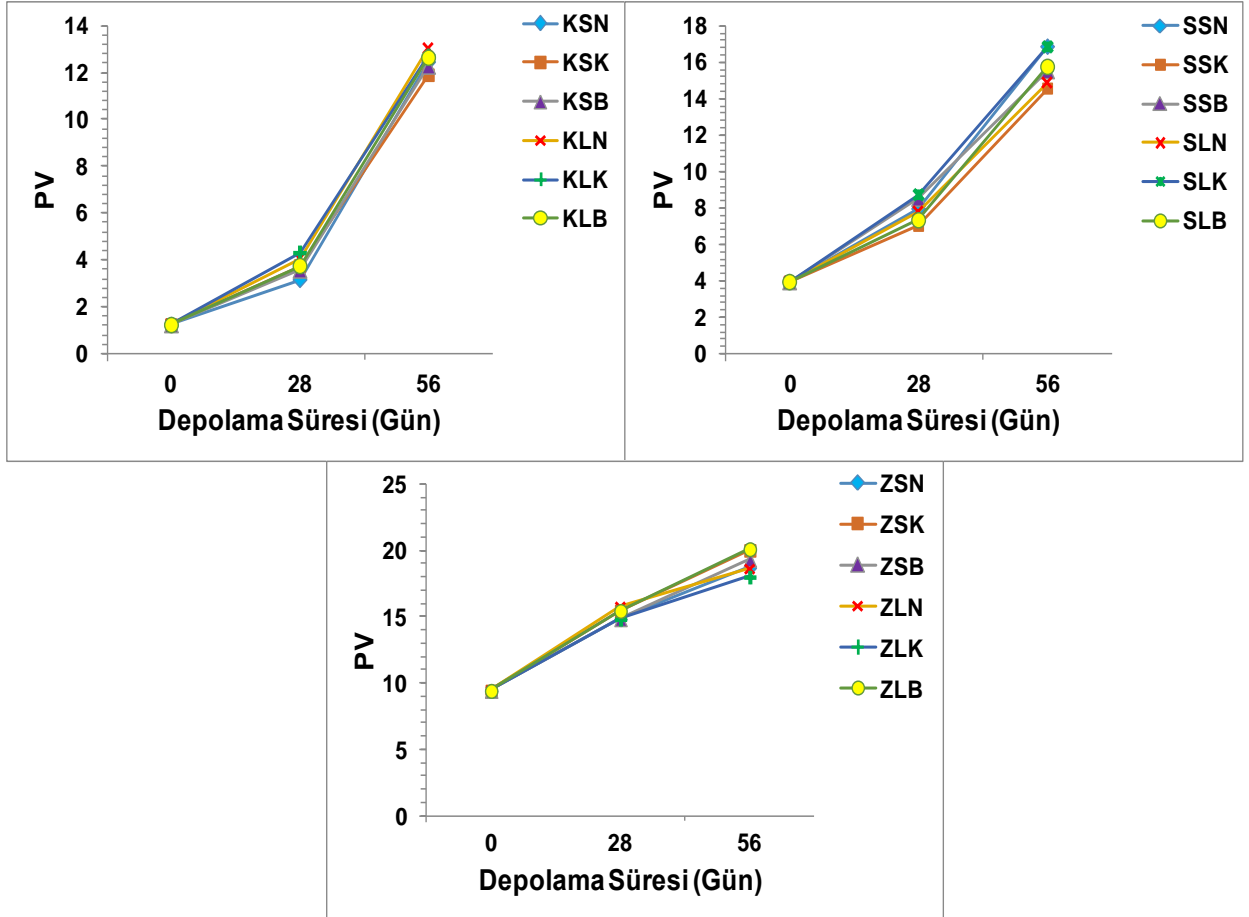
Başka bir araştırmada 23°C depolama boyunca zeytinyağı ve limon suyu ile hazırlanmış farklı stabilizatör maddeler ile stabile edilmiş salata soslarında peroksit sayısındaki değişim gözlenmiştir (Paraskevopoulou ve ark. 2007). Elde edilen bulgular bizim çalışmamıza oldukça benzerlik göstermektedir. Depolamanın ilk 50 gün boyunca peroksit sayısı 9,65 meqO<sub>2</sub>/kg yağ değerinden yaklaşık 20 meqO<sub>2</sub>/kg yağ değerine çıkmış ve sonraki depolama süresince sabit bir eğilim göstermiştir. Ancak emülsifiye olmayan zeytinyağında peroksit sayısı 75 meqO<sub>2</sub>/kg yağ seviyesine kadar çıkmıştır. Bu durum emülsifikasyon sırasında oluşan filmin ve oksidasyonu önleyen parametrelerin rol aldığını göstermektedir.

Başka bir araştırmada ise balık yağı emülsiyonun ağzı kapalı bir kaptaki 19 °C'de 42 gün boyunca peroksit sayısı değişimi gözlenmiş ve formülasyona bağlı olarak yaklaşık 5 birimden 15 birime (meqO<sub>2</sub>/kg yağ) kadar peroksit sayısında bir artış tespit edilmiştir (Horn ve ark. 2011). Farklı emülgatör, yağ ve stabilizatör ile hazırlanmış salata soslarında depolama boyunca oksidatif stabilitesinin yüksek olduğunu gösteren benzer çalışmalar bulunmaktadır.

Özetle farklı baharat, yağ ve asitlik verici ajanlar kullanarak ürettiğimiz salata sosu örnekleri 56 günlük depolama süresi boyunca peroksit değerinde önemli düzeyde bir artış gözlenirse de ransimat değerleri başlangıç soğuk pres yağlardakine benzer bulunmuştur



( $P>0,5$ ). Bu sonuçlar 56 günlük sürede salata sosu örneklerinde gözlenen oksidasyonun tüketim açısından problem oluşturmadığı yorumunu yapabiliriz. Salata soslarının formülasyonu antioksidan özellik gösteren veya yağ partiküllerinde film oluşumunu destekleyen protein gibi emülgatör maddelerle çeşitlendirilirse veya emülgatör oranı artırılırsa oksidasyona karşı direnç daha da artırılabilir (Kargar ve ark. 2011; Charoen ve ark. 2012; Neves ve ark. 2015).



Şekil 4.14. Depolama süresi boyunca salata soslarının peroksit sayısı değerleri (meq O<sub>2</sub>/kg yağ)

#### 4.9.3. Salata soslarının fizikokimyasal özellikleri

Salata sosu örneklerine ait depolama süresine bağlı olarak serbest yağ asitliğinde Çizelge 4.13’de ve Şekil 4.16’da gösterilmiştir. Çizelge 4.13’de görüldüğü üzere serbest yağ asidi değişimine hem baharatların hem de yağ çeşitlerinin önemli bir etkisi olmuştur ( $p<0,05$ ). Ayrıca baharat ilavesiyle birlikte serbest yağ asitliğinde özellikle kırmızıbiberde bir artış

gözlenmektedir. Bu durumu kırmızıbiberden yağa geçen bir miktar yağ asidi faktörüyle açıklayabiliriz (Silva ve ark. 2013).

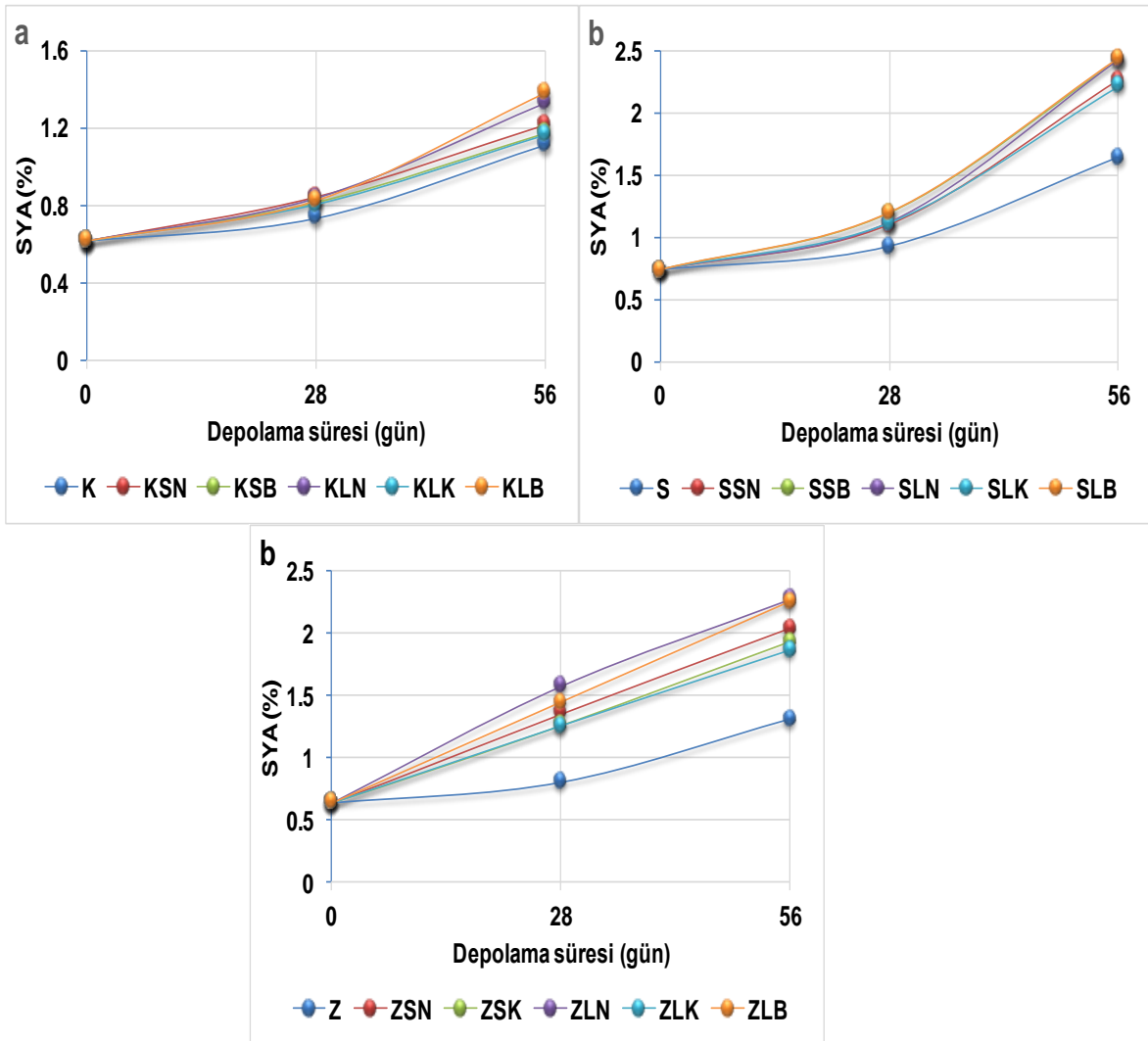
Depolama süresi boyunca yağ asitlerindeki değişimi incelediğimizde depolama süresince önemli bir artışın olduğunu görmekteyiz. Depolama süresince emülsiyondan elde edilen yağlardaki serbest yağ asitliğindeki artış kontrol olarak sayacağımız normal yağlara göre daha fazladır. Bu durumu iki şekilde açıklayabiliriz. Birincisi emülsiyonun %70 oranına yakın su fazında disperse olan yağ damlacıklarının yüzey alanı artışıyla hidrolize daha duyarlı olmasıdır. Partikül boyutu analizinde bulduğumuz sonuçlar bu duruma ışık tutmaktadır. Diğer bir faktör ise baharatların serbest yağ asitliğini artırıcı etki göstermeleridir. Görüldüğü üzere tüm baharatlar istatistiksel olarak önemsiz olsa da, emülsiyondan elde edilen yağlarda serbest yağ asitliği oranını artırmıştır. Bu artış kırmızıbiberdeki örneklerde diğer baharat çeşitlerine göre daha fazladır. Diğer taraftan kekik içeren örnekler de ise diğer baharatlara göre serbest yağ asitliğindeki artış daha az çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Tüm örneklerde depolamaya bağlı olarak bir artış gözlenirse de ürünlerin serbest yağ asitliği değerleri bitki adı ile alınan yağlar tebliğinde belirlenen sınır değerlerin altındadır (TGK 2012). Bu durum iki ay boyunca depolama süresince örneklerin serbest yağ asitliği değerlerindeki bu artışın raf ömrü açısından bir problem oluşturmadığını göstermektedir.

Şekil 4.15’de ise salata sosu örneklerinin serbest yağ asitliğindeki değişim trendi gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere serbest yağ asidi değişimi yağ çeşidine göre de farklılık göstermiştir. Örneğin kabak ve susam yağında başlangıçta az bir değişim gözlenirken, 28. günden sonra değişim hızlanmıştır. Susam yağındaki değişim kabak çekirdeğine göre daha hızlı olmuştur. Zeytinyağında ise 56 gün boyunca serbest yağ asitliğinde lineer bir artış gözlenmiştir. Asitlik verici ajanlar ise serbest asitliğe herhangi bir etki göstermemiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular daha önceden yapılmış çalışmalara benzerlik göstermektedir (Gambacorta ve ark. 2007; Sousa ve ark. 2015). Her iki araştırmada da baharatların yağların başlangıç serbest asitlik düzeylerinde önemli bir artışa neden olmadığını bildirilmiştir. Gambacorta ve ark. (2007) depolama boyunca baharatların serbest yağ asitliği değişiminde önemli bir değişikliğe neden olmadığını bildirmiştir. Bu durum bizim bulgularımızdan farklıdır. Bu durumun nedeni her iki araştırmada kullanılan proseslerin farklı olmasıyla açıklayabiliriz. Baiano ve ark. (2009) ise baharatların çeşidine göre serbest yağ asitliği değişiminde önemli bir etki gösterebileceğini bildirmişlerdir. Salata soslarında

depolama süresi boyunca serbest yağ asitliği değişimiyle alakalı oldukça sınırlı sayıda çalışma vardır. Koh ve ark. (2008) 3 farklı salata sosuna ait depolama süresince serbest asitlik, peroksit ve duyuşal özelliklerdeki değişimi incelemişlerdir. Araştırmacılar 3 aylık süre boyunca serbest yağ asitlikte önemli bir artışın olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç olarak ürünlerin serbest yağ asitliğinde depolama süresi boyunca bir artış gözlenmiştir. Bu artış yağ ve baharat çeşidine göre farklılık göstermiştir. Ürünlerin serbest asitliğindeki artış yasal limitlerin dışına çıkmamıştır. Bu sonuç emülsiyonlarda depolama boyunca raf ömrünü düşürecek derecede bir hidroliz olayı görülmemiştir.



**Şekil 4.15.** Salata soslarından elde edilen yağların depolama sırasında serbest asitliğinde gözlenen değişim.

**Çizelge 4.13.** Salata sosu örneklerinin serbest yağ asidi değerlerindeki değişim (% oleik asit).

Örnek	Serbest Asitlik (%)		
	0 gün	28 gün	56 gün
<b>KÇY</b>	0,62 ± 0,00 <sup>Ca</sup>	0,74 ± 0,03 <sup>Bc</sup>	1,11 ± 0,01 <sup>Ad</sup>
<b>KSN</b>	0,62 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	0,85 ± 0,01 <sup>Ba</sup>	1,22 ± 0,00 <sup>Acb</sup>
<b>KSK</b>	0,61 ± 0,02 <sup>Ca</sup>	0,82 ± 0,00 <sup>Bb</sup>	1,18 ± 0,02 <sup>Ac</sup>
<b>KSB</b>	0,64 ± 0,02 <sup>Ca</sup>	0,85 ± 0,01 <sup>Ba</sup>	1,36 ± 0,01 <sup>Aa</sup>
<b>KLN</b>	0,62 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	0,84 ± 0,01 <sup>Ba</sup>	1,33 ± 0,01 <sup>Ab</sup>
<b>KLK</b>	0,61 ± 0,00 <sup>Ca</sup>	0,81 ± 0,01 <sup>Bb</sup>	1,16 ± 0,02 <sup>Ac</sup>
<b>KLB</b>	0,62 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	0,84 ± 0,01 <sup>Ba</sup>	1,38 ± 0,03 <sup>Aa</sup>
<b>SY</b>	0,75 ± 0,03 <sup>Cab</sup>	0,94 ± 0,01 <sup>Bc</sup>	1,65 ± 0,01 <sup>Ad</sup>
<b>SSN</b>	0,79 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	1,11 ± 0,01 <sup>Bb</sup>	2,27 ± 0,02 <sup>Abc</sup>
<b>SSK</b>	0,77 ± 0,02 <sup>Cab</sup>	1,12 ± 0,01 <sup>Bb</sup>	2,33 ± 0,03 <sup>Ab</sup>
<b>SSB</b>	0,82 ± 0,03 <sup>Ca</sup>	1,21 ± 0,02 <sup>Ba</sup>	2,44 ± 0,02 <sup>Aa</sup>
<b>SLN</b>	0,79 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	1,12 ± 0,02 <sup>Bb</sup>	2,43 ± 0,02 <sup>Aa</sup>
<b>SLK</b>	0,76 ± 0,02 <sup>Ca</sup>	1,12 ± 0,01 <sup>Bb</sup>	2,23 ± 0,02 <sup>Ac</sup>
<b>SLB</b>	0,81 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	1,21 ± 0,02 <sup>Ba</sup>	2,45 ± 0,03 <sup>Aa</sup>
<b>ZY</b>	0,65 ± 0,07 <sup>Ca</sup>	0,81 ± 0,05 <sup>Bf</sup>	1,31 ± 0,00 <sup>Af</sup>
<b>ZSN</b>	0,66 ± 0,05 <sup>Ca</sup>	1,36 ± 0,02 <sup>Bd</sup>	2,05 ± 0,01 <sup>Ac</sup>
<b>ZSK</b>	0,65 ± 0,02 <sup>Ca</sup>	1,27 ± 0,02 <sup>Be</sup>	1,94 ± 0,01 <sup>Ad</sup>
<b>ZSB</b>	0,68 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	1,73 ± 0,03 <sup>Ba</sup>	2,35 ± 0,04 <sup>Aa</sup>
<b>ZLN</b>	0,66 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	1,58 ± 0,01 <sup>Bb</sup>	2,28 ± 0,02 <sup>Aab</sup>
<b>ZLK</b>	0,66 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	1,26 ± 0,01 <sup>Be</sup>	1,87 ± 0,00 <sup>Ae</sup>
<b>ZLB</b>	0,67 ± 0,00 <sup>Ca</sup>	1,45 ± 0,02 <sup>Bc</sup>	2,26 ± 0,02 <sup>Ab</sup>

Aynı sütundaki küçük harfler aynı yağ çeşidindeki istatistiksel farkı, Aynı satırdaki büyük harfler ise depolama süresince oluşan istatistiksel farkı ifade etmektedir ( $P < 0,05$ ). KÇY: Kabak çekirdeği yağı, SY: susam yağı, ZY: zeytinyağı, KSN: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSK: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSB: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, KLN: Kabak çekirdeği yağı, limon ve nane, KLK: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kekik, KLB: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kırmızıbiber, SSN: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSK: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, SLN: Susam yağı, limon ve nane içeren, SLK: Susam yağı, limon ve kekik içeren, SLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber, ZSN: Susam yağı, sirke ve nane, ZSK: Susam yağı, sirke ve nane, ZSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber, ZLN: Susam yağı, limon ve nane, ZLK: Susam yağı, limon ve kekik, ZLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber.

#### 4.9.4. Mikrobiyolojik stabilite

Salata sosu örneklerinin 56 gün boyunca mikrobiyal gelişimi Çizelge 4.14'te gösterilmiştir. Görüldüğü üzere üretimden hemen sonra ve ilk iki aylık zaman içerisinde herhangi bir mikrobiyal gelişme tespit edilememiştir. Salata soslarında mikrobiyal gelişim olmamasını farklı şekillerde açıklayabiliriz:

Üretimden hemen sonra (0. Gün) ve bir ay içerisinde mikro organizma tespit edilememesi pastörizasyon işleminin iyi bir şekilde yapıldığını göstermektedir. Salata soslarının pH derecesinin düşük olması, asetik asit ve sitrik asit cinsinden asitlik değerlerinin yüksek olması, antimikrobiyal madde içermesi (sodyum benzoat), ksantan gam ilavesiyle birlikte suyun tutulması ve %1 oranında tuz kullanılması mikrobiyal gelişimi izin vermemektedir. Bu içeriğe sahip ürünlere orta dereceli bir ısı işlem uygulamak pastörizasyon için yeterli olmaktadır. Çalışmamızda pastörizasyon koşulları 74 °C de 5 dakika şeklinde ayarlanmıştı. Bu normlardaki ısı işlem pastörizasyon işlemi için oldukça yeterli bir işlemdir. Bununla birlikte kullanılan baharatlarında antimikrobiyal özellik gösterebileceği düşünülmektedir. Tüm bu etmenler salata sosunun raf ömrünün mikrobiyal gelişim açısından yüksek olduğunu göstermektedir.

Elde ettiğimiz sonuçlar daha önce yapılmış araştırmalarla da benzerlik göstermektedir. *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* ' in farklı ticari salata soslarında gelişimleri Beuchat ve ark. (2006) tarafından gözlemlenmiştir. Bu araştırmada salata sosları düşük (2.4 - 2.5 log kob/g) ve yüksek (5.3 - 5.9 log kob/g) popülasyonda mikroorganizmalar inoküle edilmiş 25 °C 15 gün boyunca gelişimleri gözlemlenmiştir. Araştırmacılar salata soslarında başlangıç popülasyona bakmaksızın 15 gün boyunca patojenlerin hızlı bir şekilde öldüğünü vurgulamışlardır. Ayrıca tüm örneklerde laktik asit bakterileri, maya ve küflerin 15 gün boyunca tespit edilemeyecek seviyede olduklarını belirtmişlerdir. Sonuç olarak bu araştırmada salata soslarının 25°C depolanması bu patojenlerin gelişimini desteklemediği sonucuna varılmıştır.

Erickson ve Jenkins (1991) ise *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* patojenlerinin mayonez ve farklı tipteki salata soslarında gelişimlerini incelemişlerdir. *Salmonella* spp patojenlerin formülasyona bakılmaksızın inaktif hale geldiği, *L. monocytogenes* sayısında ise asetik asit konsantrasyonuna bağlı olarak bir azalma gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Araştırma

sonucunda ticari tipteki mayonez ve salata soslarının bu patojenler açısından güvenlik riski taşımadığını vurgulamışlardır.

**Çizelge 4.14.** Salata soslarında 56 gün boyunca mikrobiyal gelişme

Örnekler	0 gün		28 gün		56 gün	
	TAMB (kob/mL)	Maya/Küf (kob/mL)	TAMB (kob/mL)	Maya/Küf (kob/mL)	TAMB (kob/mL)	Maya/Küf (kob/mL)
KSN	<10	<10	<10	<10	<10	<10
KSK	<10	<10	<10	<10	<10	<10
KSB	<10	<10	<10	<10	<10	<10
KLN	<10	<10	<10	<10	<10	<10
KLK	<10	<10	<10	<10	<10	<10
KLB	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SSN	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SSK	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SSB	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SLN	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SLK	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SLB	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ZSN	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ZSK	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ZSB	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ZLN	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ZLK	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ZLB	<10	<10	<10	<10	<10	<10

KSN: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSK: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve nane, KSB: Kabak çekirdeği yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, KLN: Kabak çekirdeği yağı, limon ve nane, KLK: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kekik, KLB: Kabak çekirdeği yağı, limon ve kırmızıbiber, SSN: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSK: Susam yağı, sirke ve nane içeren, SSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber içeren, SLN: Susam yağı, limon ve nane içeren, SLK: Susam yağı, limon ve kekik içeren, SLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber, ZSN: Susam yağı, sirke ve nane, ZSK: Susam yağı, sirke ve nane, ZSB: Susam yağı, sirke ve kırmızıbiber, ZLN: Susam yağı, limon ve nane, ZLK: Susam yağı, limon ve kekik, ZLB: Susam yağı, limon ve kırmızıbiber.

Fujikawa ve ark. (1998) salata soslarında 10°C ve 25°C maya gelişimini incelemiştir. Araştırmacılar salata soslarında farklı maya türlerinin gelişimlerini gözlemlemiştir. Bu maya türlerinden *Candida crusei* en hızlı gelişen tür olduğunu belirtmiştir.

Smittle (2000) *Salmonella*, *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* gibi patojenlerin salata sosu, mayonez ve bazı asidik soslarındaki mikrobiyal gelişimi üzerine yayınladıkları çalışmada pH faktörünün bu patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu üzerine önemli parametre olduğunu bildirmiştir. Asitlik verici ajan olarak asetik asit kullanıldığında pH değerinin 4,5'in altına düşmesi (pKa 4,75) patojen mikroorganizmalar üzerine inhibisyon etkisi gösterdiği vurgulanmıştır. Araştırmacılar salata sosu ürünlerinin bu pH değerlerinin aşağısında asetik asit varlığında güvenli bir ürün olduğu sonucuna varmışlardır.

Potasyum sorbat, yağ ve emülgatör (Tween 80) içeren model salata sosu ortamında bu bileşenlerin etkileşimlerinin gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Düşük yağ içeriğinde (%11-23) *Z. bailii* gelişimi gözlenirken %0,5 potasyum sorbat ilavesinde gelişim durmuştur. Yüksek yağ içeriğinde (%46) ise *Z. bailii* sayısında hızlı bir düşüş gözlenmiştir. Yüksek yağ içeriğinin majör etkisinden dolayı bu yağ oranında koruyucu maddenin etkisi düşük kalmıştır (Castro ve ark. 2003). Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Weagant ve ark. 1994).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Soğuk pres yağlar kullanılarak salata sosu üretimi ve kalite özelliklerinin araştırılması konulu çalışmamızda öncelikle formülasyon optimizasyonu yapılmıştır. Salata sosu örneklerinin reolojik özelliklerine stabilizatör, yağ ve emülgatör miktarının etkisi araştırılmış ve ticari salata soslarının reolojik özellikleriyle karşılaştırılarak optimum formülasyon belirlenmiştir. Örneklerin reolojik özellikleri yağ, emülgatör ve stabilizatör içeriğinden önemli bir şekilde etkilenmiştir ( $P < 0,05$ ). Araştırma bulguları salata sosunun reolojik özelliklerine en çok etki gösteren bileşenin stabilizatör olduğunu göstermiştir. Özellikle %0,5 ve yukarı değerlerde yüksek kıvam özelliğine sahip salata sosları üretilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları stabilizatör oranı değiştirilmek suretiyle farklı kıvam özelliklerine sahip salata soslarının üretiminin mümkün olabileceğini göstermiştir. Optimizasyon sonuçlarında belirlenen ürün için yağ, emülgatör ve stabilizatör içeriği sırasıyla %20, %4,5 ve %0,35 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmanın önerdiği bir diğer önemli sonuç stabilizatör oranının artmasıyla benzer reolojik özellikler sahip daha az yağ ve emülgatör içeren salata sosları üretmek mümkündür. Yağı azaltılmış salata sosu üretiminde yağın sağlamış olduğu yapıyı stabilizatörle ikame etmek mümkündür.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında optimum formülasyonlara göre üretilen salata soslarının partikül boyutu, zeta potansiyeli ve emülsiyon stabilitesi değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonuçları belirlenen optimum formülasyonla stabilitesi oldukça yüksek salata sosu üretimini sağlayabileceğini göstermiştir. Çünkü optimum formülasyonda üretilen ürünün zeta potansiyeli, damlacık boyutu ve emülsiyon stabilitesi ve toparlanma değerleri ticari olarak üretilen ürünlerin özelliklerine yakın çıkmıştır. Bu çalışmamızda salata soslarında tüketim öncesi çalkalama, sıkma, karıştırma gibi işlemler sırasında gözlenen ürünün yapısındaki deformasyonun belirli bir kuvvet sonrasında toparlanıp toparlanamayacağını test etmek amacıyla gıda reolojisi açısından yeni bir yöntem (3 zamanlı tiksotropik test (3-ITT)) denenmiştir. Bu test optimum formülasyona göre üretmiş olduğumuz ürünün ticari örneklere benzer bir şekilde 3-ITT reolojik davranışını sergilediğini göstermiştir. Bu durum salata sosu örneklerimizin, tüketim öncesi ürüne uygulandıktan sonra kaybetmiş olduğu viskoelastik yapıyı kısa zaman içerisinde geri toparlayabileceğini göstermiştir. Bu çalışmadan çıkarabileceğimiz diğer bir sonuç 3-ITT testinin buna benzer birçok üründe gıdaların toparlanabilme özelliğinin belirlenmesinde rahatlıkla uygulanabileceğidir.



Akış davranış ve viskoelastik özellikleri optimize edildikten sonra salata soslarının fizikokimyasal, reolojik, duyuşal ve mikro yapısal özelliklerine farklı yağ çeşidi, baharat ve asitlik verici ajanların etkisi incelenmiştir. Araştırmanın bu bölümü daha çok tüketicilerin tercihinde rol oynayan parametrelere işaret etmektedir. Örneklerin renk, asitlik ve pH gibi fizikokimyasal özellikleri beklenildiği gibi kullanılan hammadde çeşidinden etkilenmiştir. Örneğin limon sosu içeren örneklerin pH değeri daha yüksek çıkarken, susam yağı içeren örneklerin renk özellikleri daha zayıftır. Bu durum salata sosu üretimi öncesi kullanılan hammaddelerin kesinlikle üretim öncesi karakterize edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Baharat, yağ ve asitlik verici ajanların etkisi gösterdiği en önemli parametre ise duyuşal niteliklerdir. Çünkü mikroyapısal ve reolojik özellikler salata soslarının stabilite özellikleri hakkında fikir verirken duyuşal özellikler doğrudan tüketici tercihiyle ilgili bir durumdur. Partikül boyutu ve reolojik özellikleri çok yüksek bir salata sosu üretilmesine rağmen duyuşal açıdan beğenilmezse tüketici açısından hiçbir anlamı ifade etmez. Salata soslarının duyuşal özelliklerinin kullanılan formülasyondan oldukça önemli bir şekilde etkilendiği gözlenmiştir. Duyuşal analizlerin sonuçları bize ülkemizin damak tadına uygun bir salata sosu üretimi yönünden bir işaret vermiştir. Genellikle baharat olarak kekik, asitlik verici olarak limon suyu ve zeytinyağı içeren örneklerin duyuşal olarak beğenildiğini görmekteyiz. Bunun yanında sirke ve biber içeren örnekler ise genelde daha düşük skora sahiptir. Dünya genelinde sirkenin kullanılmadığı salata sosu formülasyonu oldukça sınırlıdır. Bu durum bize ülkemizde salata sosu kültürünün yeterince olmadığını göstermektedir. Ülkemizin damak tadını dikkate aldığımızda kekik, limon suyu ve zeytinyağı içeren ve diğer çeşnilerle zenginleştirilmiş salata sosları ticari olarak üretilmesi başarı kazanabilir. Ancak bu konuda ortaya çıkan diğer bir durum limon suyunun asitlik verici ajan olarak tek başına kullanıldığı proseslerde üretilen salata soslarında özellikle mikrobiyal yönden raf ömrü sıkıntısı meydana gelebilir. Limon suyunun pH değerini her ne kadar sirkeden daha fazla düşürse de antimikrobiyal etkisi sirkeyle kıyas edilemeyecek kadar düşüktür. Bunun nedeni sirkenin sulu fazda diassosiye olarak hücre içerisinde de etkisi gösterebilmesidir. Çalışmamızda soğuk pres yağların kesinlikle ısıtım işlem görmemesi gerektiğini veya ısıtım işlem kullanılmadan salata sosları formülasyonuna dahil edilmesi gerekliliğini vurgulamıştık. Genel tezimiz bu yağların antioksidan özellikler gibi muhteşiyatlarını kaybetmeden yalnızca bir gıda takviyesi gibi değil, gıda formülasyonunda başlıca içerik olarak ele alınmalıdır. Eğer limon suyu salata soslarında kullanılacaksa ısıtım işlem dışında farklı yöntemlere ve modifikasyonlara ihtiyaç duymaktayız. Bu durumda ilk akla gelen çözüm limon suyunun sirkeyle birlikte

karışım halinde kullanılmalıdır. Farklı bir araştırmada sirke ve limon suyunun oranlarının salata soslarının duyuşsal özelliklere etkisi araştıırılabilir. Bunun dışında yüksek basınç ve ultrases yardımcı homojenizasyon gibi işlemlerin salata soslarının raf ömrüne etkisi araştıırılabilir. Örneğın tek başına limon suyu kullanılarak salata soslarında gelişebilecek mikroorganizmaların depolama süresince etkisi araştıırılabilir. Ticari olarak en uygun yöntemin sirke ve limon suyunun aynı formülasyonda kullanılması olarak gösterebiliriz. Duyusal analiz sonuçlarına baktığımızda bir diğerk dikkat çekici sonuç ise diğerk soğuk pres yağların da salata sosu formülasyonunda kullanılabileceğidir. Susam ve kabak çekirdeğiy yağı içeren örneklerin duyuşsal skorları zeytinyağına kıyasla daha düşük olmasına rağmen bu örneklerin genel beğeni sonuçları yüksektir. Üretmiş olduğumuz salata sosları daha da çeşnilendirilmek suretiyle kabak çekirdeğiy ve susam gibi diğerk soğuk pres yağlar salata soslarında değerlendirilebilir.

Çalışmamızın son aşamasında salata sosu örneklerinin depolama sırasında raf ömrünü etkileyen bazı kalite özellikleri test edilmiştir. Bu özellikler oksidatif stabilite, serbest yağ asitliğı, mikrobiyal gelişim ve emülsiyon stabilitesi değerleri 56 gün boyunca test edilmiştir. Salata soslarının formülasyonına bakılmaksızın hepsinde depolama süresi boyunca serbest yağ asitliğı ve peroksit sayısı değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Ancak 56 gün sonunda elde edilen peroksit sayısı ve serbest yağ asitliğı değerleri Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliğı”nde (Tebliğı No: 2012/29) bildirilen limitlerin altında kaldığı görülmüştür. Bu durum bizlere salata soslarında yaklaşık iki ay boyunca raf ömrü değerlerinde herhangi bir problemin olmadığını göstermektedir. Ürünlerin oksidatif stabilite değerleri özellikle kullanılan baharatlara bağılı olarak değişmektedir. Kırmızıbiber içeren örneklerin oksidatif stabilitelerinin diğerk baharat çeşitleri içeren örneklere göre daha düşük olduğunu görmekteyiz. Bu duruma biber tohumlarındaki bazı yağ asitlerinin baharat üretimi sırasında ürüne geçmesi ve kurutma sırasında peroksit sayısı değerlerinde bir artışın gözlenmesi olarak yorumlayabiliriz. Bu sonuç baharat kullanımında bu özelliklerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Kekik içeren örneklerin ise oksidatif stabilite değerleri diğerk örneklere göre daha yüksek çıkmıştır. Gerek duyuşsal yönden gerekse de oksidatif stabilite yönünden olumlu sonuçlar vermesi kekiğın soğuk pres yağların kullanıldığı salata sosu üretiminde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca kekiğın antimikrobiyal özellik gösterdiğine yönelik çalışmaların olması kekiğın önemini artırmaktadır. Ürünlerin mikrobiyal yönden raf ömrünü incelediğimizde herhangi bir problemin olmadığını görmekteyiz. Bunun temel nedeni karışım pastörizasyonu ve antimikrobiyal madde kullanımı ve iyi hijyen uygulamalarıdır.

Başka bir çalışmada antimikrobiyal madde kullanılmadan ve pastörizasyondan daha ılımlı bir ısı işlem uygulamak suretiyle soğuk pres yağlardan salata sosu üretim çalışması yapıp sonuçlar diğer bilim insanları ile paylaşılabilir.

## KAYNAKLAR

- Aben, S., C. Holtze, T. Tadros P. Schurtenberger (2012). Rheological Investigations on the Creaming of Depletion-Flocculated Emulsions. *Langmuir* 28(21): 7967-7975.
- Abu-Jdayil, B. (2003). Modelling the time-dependent rheological behavior of semisolid foodstuffs. *Journal of Food Engineering* 57(1): 97-102.
- Anton, M. (2013). Egg yolk: structures, functionalities and processes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(12): 2871-2880.
- Anton, M., V. Beaumal G. Gandemer (2000). Adsorption at the oil–water interface and emulsifying properties of native granules from egg yolk: effect of aggregated state. *Food Hydrocolloids* 14(4): 327-335.
- AOCS (1997). Official method Ce 1-62: Fatty acid composition by gas chromatography. In *Official methods and recommended practices of the AOCS*. Champaign, IL, USA: American Oil Chemists Society.
- AOAC (2007). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society (7th ed). Champaign: American Oil Chemists-Society.
- Aydeniz, B., O. Güneşer E. Yılmaz (2014). Physico-chemical, Sensory and Aromatic Properties of Cold Press Produced Safflower Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 91(1): 99-110.
- Baiano, A., C. Terracone, G. Gambacorta E. Notte (2009). Changes in Quality Indices, Phenolic Content and Antioxidant Activity of Flavored Olive Oils during Storage. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 86(11): 1083-1092.
- Benichou, A., A. Aserin, R. Lutz N. Garti (2007). Formation and characterization of amphiphilic conjugates of whey protein isolate (WPI)/xanthan to improve surface activity. *Food Hydrocolloids* 21: 379-391.
- Berton-Carabin, C. C., M.-H. Ropers C. Genot (2014). Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions: Involvement of the Interfacial Layer. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 13(5): 945-977.
- Beuchat, L. R., J. H. Ryu, B. B. Adler M. D. Harrison (2006). Death of Salmonella, Escherichia coli O157 : H7, and Listeria monocytogenes in shelf-stable, dairy-based, pourable salad dressings. *Journal of Food Protection* 69(4): 801-814.

- Bortnowska, G., J. Balejko, V. Schube, G. Tokarczyk, N. Krzeminska K. Mojka (2014). Stability and physicochemical properties of model salad dressings prepared with pregelatinized potato starch. *Carbohydrate Polymers* 111: 624-632.
- Bortnowska, G., J. Balejko, G. Tokarczyk, A. Romanowska-Osuch N. Krzeminska (2014). Effects of pregelatinized waxy maize starch on the physicochemical properties and stability of model low-fat oil-in-water food emulsions. *Food Hydrocolloids* 36: 229-237.
- Bortnowska, G., N. Krzemińska K. Mojka (2013). Effects of waxy maize and potato starches on the stability and physicochemical properties of model sauces prepared with fresh beef meat. *International Journal of Food Science & Technology* 48(12): 2668-2675.
- Caporaso, N., A. Paduano, G. Nicoletti R. Sacchi (2013). Capsaicinoids, antioxidant activity, and volatile compounds in olive oil flavored with dried chili pepper (*Capsicum annum*). *European Journal of Lipid Science and Technology* 115(12): 1434-1442.
- Castro, M., O. Garro, L. N. Gerschenson C. A. Campos (2003). Interaction between potassium sorbate, oil and Tween 20: Its effect on the growth and inhibition of *Z. bailii* in model salad dressings. *Journal of Food Safety* 23(1): 47-59.
- Charoen, R., A. Jangchud, K. Jangchud, T. Harnsilawat, E. A. Decker D. J. McClements (2012). Influence of interfacial composition on oxidative stability of oil-in-water emulsions stabilized by biopolymer emulsifiers. *Food chemistry* 131(4): 1340-1346.
- Chatsisvili, N. T., I. Amvrosiadis V. Kiosseoglou (2012). Physicochemical properties of a dressing-type o/w emulsion as influenced by orange pulp fiber incorporation. *LWT - Food Science and Technology* 46(1): 335-340.
- Chung, C. D. J. McClements (2014). Structure–function relationships in food emulsions: Improving food quality and sensory perception. *Food Structure* 1(2): 106-126.
- de Moraes, J. M., O. D. H. dos Santos, T. Delicato P. A. da Rocha (2006). Characterization and evaluation of electrolyte influence on canola oil/water nano-emulsion. *Journal of Dispersion Science and Technology* 27(7): 1009-1014.
- Di Mattia, C., G. Sacchetti P. Pittia (2011). Interfacial Behavior and Antioxidant Efficiency of Olive Phenolic Compounds in O/W Olive oil Emulsions as Affected by Surface Active Agent Type. *Food Biophysics* 6(2): 295-302.

- Di Mattia, C. D., G. Sacchetti, D. Mastrocola P. Pittia (2009). Effect of phenolic antioxidants on the dispersion state and chemical stability of olive oil O/W emulsions. *Food Research International* 42(8): 1163-1170.
- Dickinson, E. (2003). Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids* 17(1): 25-39.
- Dickinson, E. (2009). Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloids* 23(6): 1473-1482.
- Dickinson, E. D. J. McClements (1995). *Advances in Food Colloids*. London, Blackie Academic and Professional.
- Diftis, N. G., C. G. Biliaderis V. D. Kiosseoglou (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.
- Dolores Alvarez, M. W. Canet (2013). Time-independent and time-dependent rheological characterization of vegetable-based infant purees. *Journal of Food Engineering* 114(4): 449-464.
- Dolz, M., M. J. Hernandez J. Delegido (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.
- Dolz, M., M. J. Hernández J. Delegido (2008). Creep and recovery experimental investigation of low oil content food emulsions. *Food Hydrocolloids* 22(3): 421-427.
- Dolz, M., M. J. Hernández J. Delegido (2008). Creep and recovery experimental investigation of low oil content food emulsions. *Food hydrocolloids* 22 (3): 421–427.
- Drakos, A. V. Kiosseoglou (2008). Depletion flocculation effects in egg-based model salad dressing emulsions. *Food Hydrocolloids* 22(2): 218-224.
- Embuscado, M. E. (2015). Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review. *Journal of Functional Foods* 18, Part B: 811-819.
- Erickson, J. P. P. Jenkins (1991). Comparative *Salmonella* spp and *Listeria-monocytogenes* inactivation rates in 4 commercial mayonnaise products. *Journal of Food Protection* 54(12): 913-916.

- Farshchi, A., R. Ettelaie M. Holmes (2013). Influence of pH value and locust bean gum concentration on the stability of sodium caseinate-stabilized emulsions. *Food Hydrocolloids* 32(2): 402-411.
- Fernandez, V. E., G. G. Palazolo, N. A. Bosisio, L. M. Martínez J. R. Wagner (2012). Rheological properties and stability of low-in-fat dressings prepared with high-pressure homogenized yeast. *Journal of Food Engineering* 111(1): 57-65.
- Franco, J., A. Guerrero C. Gallegos (1995). Rheology and processing of salad dressing emulsions. *Rheologica Acta* 34(6): 513-524.
- Franco, J. M., P. Partal, D. Ruiz-M rquez, B. Conde C. Gallegos (2000). Influence of pH and protei thermal treatment on the rheology of pea protein-stabilized oil-in-water emulsions. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 77(9): 975-984.
- Franco, J. M., P. Partal, D. Ruiz-Marquez, B. Conde C. Gallegos (2000). Influence of pH and protein thermal treatment on the rheology of pea protein-stabilized oil-in-water emulsions. *Journal of the American Oil Chemists Society* 77(9): 975-983.
- Fujikawa, H., B. Maruyama, T. Wauke, S. Morozumi T. Itoh (1998). Analysis of yeast growth in salad dressing during storage with chromogenic Agar CHROMagar Candida (R). *Journal of the Food Hygienic Society of Japan* 39(2): 120-126.
- Gambacorta, G., M. Faccia, S. Pati, C. Lamacchia, A. Baiano E. La Notte (2007). Changes in the chemical and sensorial profile of extra virgin olive oils flavored with herbs and spices during storage. *Journal of Food Lipids* 14(2): 202-215.
- Gouvinhas, I., J. Machado, S. Gomes, J. Lopes, P. Martins-Lopes A. Barros (2014). Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Monovarietal and Commercial Portuguese Olive Oils. *Journal of the American Oil Chemists Society* 91(7): 1197-1203.
- Guilmineau, F. U. Kulozik (2007). Influence of a thermal treatment on the functionality of hen's egg yolk in mayonnaise. *Journal of Food Engineering* 78(2): 648-654.
- Horn, A. F., N. S. Nielsen, U. Andersen, L. H. Søgaaard, A. Horsewell C. Jacobsen (2011). Oxidative stability of 70% fish oil-in-water emulsions: Impact of emulsifiers and pH. *European Journal of lipid science and technology* 113: 1243-1257.
- Hosseini-Parvar, S. H., J. P. Osano L. Matia-Merino (2016). Emulsifying properties of basil seed gum: Effect of pH and ionic strength. *Food Hydrocolloids* 52: 838-847.

- Hosseini, S., M. Gharachorloo, B. Tarzi, M. Ghavami H. Bakhoda (2015). Effects of Ultrasound Amplitude on the Physicochemical Properties of Some Edible Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 92(11-12): 1717-1724.
- Huck-Iriart, C., M. S. Alvarez-Cerimedo, R. Jorge Candal M. Lidia Herrera (2011). Structures and stability of lipid emulsions formulated with sodium caseinate. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 16(5): 412-420.
- ICMSF (2005). *Microbiology of Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities*. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- IUPAC (1987). *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*. International Union of Pure and Applied Chemistry Division Commission on Oils, Fats and Derivatives (7th ed) Blackwell Jevent Publishers, Oxford.
- Jang, M., J. Park H. Park (2011). Formulation optimization of salad dressing added with Chinese quince (*Chaenomelis sinensis*) juice by mixture design. *Food Science and Biotechnology* 20(2): 409-417.
- Joshi, M., B. Adhikari, P. Aldred, J. F. Panozzo, S. Kasapis C. J. Barrow (2012). Interfacial and emulsifying properties of lentil protein isolate *Food chemistry* 134: 1343-1353.
- Kaltsa, O., S. Yanniotis I. Mandala (2016). Stability properties of different fenugreek galactomannans in emulsions prepared by high-shear and ultrasonic method. *Food Hydrocolloids* 52: 487-496.
- Kargar, M., F. Spyropoulos I. T. Norton (2011). Microstructural design to reduce lipid oxidation in oil-in-water emulsions. *Procedia Food Science* 1: 104-108.
- Kaur, B., F. Ariffin, R. Bhat A. A. Karim (2012). Progress in starch modification in the last decade. *Food Hydrocolloids* 26(2): 398-404.
- Kelebek, H., S. Kesen S. Selli (2015). Comparative Study of Bioactive Constituents in Turkish Olive Oils by LC-ESI/MS/MS. *International Journal of Food Properties* 18(10): 2231-2245.
- Kim, J., G. Jin, Y. Lee, H. S. Chun, S. Ahn B. H. Kim (2015). Combined Analysis of Stable Isotope, <sup>1</sup>H NMR, and Fatty Acid To Verify Sesame Oil Authenticity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63(40): 8955-8965.
- Koh, S.-P., N. Arifin, C.-P. Tan, M. S. A. Yusoff, K. Long, N. A. Idris O.-M. Lai (2008). Rheological properties, oxidative stability and sensory evaluation of enzymatically



synthesized medium- and long-chain triacylglycerol-based salad dressings. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110(12): 1116-1126.

Laroussi-Mezghani, S., P. Vanloot, J. Molinet, N. Dupuy, M. Hammami, N. Grati-Kamoun J. Artaud (2015). Authentication of Tunisian virgin olive oils by chemometric analysis of fatty acid compositions and NIR spectra. Comparison with Maghrebian and French virgin olive oils. *Food chemistry* 173: 122-132.

Lee, O. H., Y. C. Kim, K. J. Kim B. Y. Lee (2007). The effects of bioactive compounds and fatty acid compositions on the oxidative stability of extra virgin olive oil varieties. *Food Science and Biotechnology* 16(3): 415-420.

Long, Z., Q. Zhao, T. Liu, W. Kuang, J. Xu M. Zhao (2013). Influence of xanthan gum on physical characteristics of sodium caseinate solutions and emulsions. *Food Hydrocolloids* 32(1): 123-129.

Ma, L. G. V. Barbosa-Cánovas (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.

Ma, Z. J. I. Boye (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.

Ma, Z., J. I. Boye, J. Fortin, B. K. Simpson S. O. Prasher (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.

Ma, Z., J. I. Boye, K. Swallow, L. Malcolmson B. K. Simpson (2015). Techno-functional characterization of salad dressing emulsions supplemented with pea, lentil and chickpea flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture* doi: 10.1002/jsfa.7156

Mahfoudhi, N., M. Sessa, M. Chouaini, G. Ferrari, F. Donsi S. Hamidi (2014). Assesment of emulsifying ability of almond gum in comparison with gum arabic using response surface methodology. *Food hydrocolloid* 37: 49-59.

Mantzouridou, F., A. Karousioti V. Kiosseoglou (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.

- Mantzouridou, F., A. Spanou V. Kiosseoglou (2012). An inulin-based dressing emulsion as a potential probiotic food carrier. *Food Research International* 46(1): 260-269.
- Martínez , I., M. A. Riscardo J. M. Franco (2007). Effect of salt content on the rheological properties of salad dressing-type emulsions stabilized by emulsifier blends. *Journal of Food Engineering*(80): 1272-1281.
- Martin, J. M., Atichels K. Wil (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.
- McClements, D. J. (2005). *Food emulsion:Principles practice, and technique*, Boca Raton: CRC press.
- Michels, M. J. M. W. Koning (2000). Mayonnaise, dressings, mustard, mayonnaise-based salads, and acid sauces. The Microbiological Safety and Quality of Food. B. M. Lund, T. C. Baird-Parker G. W. Gould. Gaithersburg, Maryland, Aspen Publishers Inc. 1.
- Moschakis, T., B. Murray E. Dickinson (2005). Microstructural evolution of viscoelastic emulsions stabilised by sodium caseinate and xanthan gum. *Journal of Colloid and Interface Science* 284: 714-728.
- Mulvihill, D. M. P. F. Fox (1989). Physico-chemical and functional properties of milk proteins. *Developments in Dairy Chemistry – 4. Functional Milk Proteins*. P. F. Fox. London, Elsevier Applied Science: 131–172.
- Mun, S., Y. L. Kim, C. G. Kang, K. H. Park, J. Y. Shim Y. R. Kim (2009). Development of reduced-fat mayonnaise using 4 $\alpha$ GTase-modified rice starch and xanthan gum. *International Journal of Biological Macromolecules* 44(5): 400–407.
- Naziri, E., M. N. Mitić M. Z. Tsimidou (2015). Contribution of tocopherols and squalene to the oxidative stability of cold-pressed pumpkin seed oil (*Cucurbita pepo* L.). *European Journal of Lipid Science and Technology* doi: 10.1002/ejlt.201500261.
- Neves, M. A., Z. Wang, I. Kobayashi M. Nakajima (2015). Assessment of Oxidative Stability in Fish Oil-in-Water Emulsions: Effect of Emulsification Process, Droplet Size and Storage Temperature. *Journal of Food Process Engineering*.
- Özçelik S (1998). *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulama Kılavuzu*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Atabey, 135s, Isparta.

- Ozturk, B. D. J. McClements (2016). Progress in natural emulsifiers for utilization in food emulsions. *Current Opinion in Food Science* 7: 1-6.
- Papalamprou, E., G. Doxastakis V. Kiosseoglou (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.
- Paraskevopoulou, D., D. Boskou A. Paraskevopoulou (2007). Oxidative stability of olive oil–lemon juice salad dressings stabilized with polysaccharides. *Food chemistry* 101(3): 1197-1204.
- Pero, M., Z. Emam-Djomeh, M. S. Yarmand V. Samavati (2014). Stability and Rheological Properties of Model Low-Fat Salad Dressing Stabilized by Salep. *Journal of Dispersion Science and Technology* 35(2): 215-222.
- Prior, R. L., X. L. Wu K. Schaich (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(10): 4290-4302.
- Qiu, C., M. Zhao, E. A. Decker D. J. McClements (2015). Influence of anionic dietary fibers (xanthan gum and pectin) on oxidative stability and lipid digestibility of wheat protein-stabilized fish oil-in-water emulsion. *Food Research International* 74: 131-139.
- Rasmussen, C. N., X.-H. Wang, S. Leung, L. M. Andrae-Nightingale, S. J. Schmidt N. J. Engeseth (2008). Selection and use of honey as an antioxidant in a French salad dressing system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(18): 8650-8657.
- Raymundo, A., J. Franco, C. Gallegos, J. Empis I. Sousa (1998). Effect of thermal denaturation of lupin protein on its emulsifying properties. *Nahrung-Food* 42(3-4): 220-224.
- Raymundo, A., J. M. Franco, J. Empis I. Sousa (2002). Optimization of the composition of low-fat oil-in-water emulsions stabilized by white lupin protein. *Journal of the American Oil Chemists Society* 79(8): 783-790.
- Romero, A., B. Valeria, D. B. Elisabeth, F. Cordobes, A. Guerrero M. Anton (2012). Interfacial and emulsifying behaviour of rice protein concentrate *Food hydrocolloid* 29: 1-8.
- Saha, D. S. Bhattacharya (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology-Mysore* 47(6): 587-597.

- Seow J, Agoston R, Phus L, Yuk H (2012). Microbiological quality of fresh vegetables and fruits sold in Singapore. *Food Control*, 25: 39-44.
- Servili, M. G. Montedoro (2002). Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104(9-10): 602-613.
- Shao, Y. C.-H. Tang (2014). Characteristics and oxidative stability of soy protein-stabilized oil-in-water emulsions: Influence of ionic strength and heat pretreatment. *Food Hydrocolloids* 37: 149-158.
- Sikora, M., N. Badrie, A. K. Deisingh S. Kowalski (2008). Sauces and dressings: A review of properties and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48(1): 50-77.
- Silva, E. K., M. T. M. G. Rosa M. A. A. Meireles (2015). Ultrasound-assisted formation of emulsions stabilized by biopolymers. *Current Opinion in Food Science* 5: 50-59.
- Silva, L. R., J. Azevedo, M. J. Pereira, P. Valentão P. B. Andrade (2013). Chemical assessment and antioxidant capacity of pepper (*Capsicum annum* L.) seeds. *Food and Chemical Toxicology* 53: 240-248.
- Singh, H. A. Ye (2008). Chapter 11 - Interactions and functionality of milk proteins in food emulsions. *Milk Proteins*. A. T. B. Singh. San Diego, Academic Press: 321-345.
- Singleton, V. L. J. A. Rossi (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of enology and viticulture* 16: 144-158.
- Smittle, R. B. (2000). Microbiological safety of mayonnaise, salad dressings, and sauces produced in the United States: A review. *Journal of Food Protection* 63(8): 1144-1153.
- Smittle, R. B. R. S. Flowers (1982). Acid tolerant microorganisms involved in the spoilage of salad dressings. *Journal of Food Protection* 45(10): 977-983.
- Sousa, A., S. Casal, R. Malheiro, H. Lamas, A. Bento J. A. Pereira (2015). Aromatized olive oils: Influence of flavouring in quality, composition, stability, antioxidants, and antiradical potential. *LWT - Food Science and Technology* 60(1): 22-28.
- Tadros, T. (2015). Viscoelastic properties of sterically stabilised emulsions and their stability. *Advances in Colloid and Interface Science* 222: 692-708.

- Tadros, T. F. (1994). Fundamental principles of emulsion rheology and their applications. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 91: 39–55.
- TGK (2012). Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği. Tebliğ No:2012/29. Resmi Gazete sayı:28262, Ankara.
- Thomas, D. S. R. R. Davenport (1985). *Zygosaccharomyces bailii*-a profile of characteristics and spoilage activities. *Food microbiology* 2: 157-169.
- Toker, O. S., S. Karasu, M. T. Yılmaz S. Karaman (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.
- Upadhyay, R. H. Mishra (2015). Multivariate Analysis for Kinetic Modeling of Oxidative Stability and Shelf Life Estimation of Sunflower Oil Blended with Sage (*Salvia officinalis*) Extract Under Rancimat Conditions. *Food and Bioprocess Technology* 8(4): 801-810.
- Utrilla-Coello, R. G., M. E. Rodriguez-Huezo, H. Carrillo-Navas, C. Hernandez-Jaimes, E. J. Vernon-Carter J. Alvarez-Ramirez (2014). In vitro digestibility, physicochemical, thermal and rheological properties of banana starches. *Carbohydrate Polymers* 101: 154-162.
- Weagant, S. D., J. L. Bryant D. H. Bark (1994). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in mayonnaise and mayonnaise-based sauces at room and refrigerated temperatures. *Journal of Food Protection* 57(7): 629-631.
- Williams, P. A. G. O. Phillips (2009). 1 - Introduction to food hydrocolloids. *Handbook of Hydrocolloids* (Second edition). G. O. Phillips P. A. Williams, Woodhead Publishing: 1-22.
- Wooster, T. J. M. A. Augustin (2007). The emulsion flocculation stability of protein-carbohydrate diblock copolymers. *Journal of Colloid and Interface Science* 313(2): 665-675.
- Yılmaz, M. T., S. Karaman, H. Cankurt, A. Kayacier O. Sagdic (2011). Steady and dynamic oscillatory shear rheological properties of ketchup-processed cheese mixtures: Effect of temperature and concentration. *Journal of Food Engineering* 103(2): 197-210.

- Yoo, B. M. A. Rao (1996). Creep and dynamic rheological behavior of tomato concentrates: Effect of concentration and finisher screen size. *Journal of Texture Studies* 27(4): 451-459.
- Zhang, C., S. Y. Quek, G. Lam A. J. Eastel (2008). The rheological behaviour of low fat soy-based salad dressing. *International Journal of Food Science and Technology* 43(12): 2204-2212.
- Zhao, Q., Z. Long, J. Kong, T. Liu, D. Sun-Waterhouse M. Zhao (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.

## ÖZGEÇMİŞ

1982’de Yozgat’ın Sarıkaya ilçesinde dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimimi Yozgat’da tamamladı. 2003 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne kayıt oldu. 2007 yılında bu bölümü bitirdikten sonra aynı yıl Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı ve 2009 yılında “Yenilebilir Bitkisel Yağlı Sütü Buzun Reolojik Özelliklerinin Optimize Edilmesi” adlı Yüksek Lisans tez çalışmasını tamamlayarak mezun oldu. 2010 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başladı.

2009 yılında Kırklareli Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu’nda 4 yıl öğretim görevlisi olarak çalıştı. 2013 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı ve halen bu görevime devam etmektedir.

Salih KARASU