

## YUMURTA İKAMESİ OLARAK KULLANILAN ÇİYA VE KETEN TOHUMU JELİNİN PANKEK HAMURU REOLOJİSİ VE ÜRÜN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Selen Erkoç<sup>1</sup>, İpek Özcan<sup>1</sup>, Esra Özyiğit<sup>2</sup>, Seher Kumcuoğlu<sup>1</sup>, Şebnem Tavman<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa, Türkiye

Geliş / Received: 30.03.2021; Kabul / Accepted: 06.09.2021; Online baskı / Published online: 06.11.2021

Erkoç, S., Özcan, İ., Özyiğit, E., Kumcuoğlu, S., Tavman, Ş. (2021). *Yumurta ikamesi olarak kullanılan çiya ve keten tohumu jelinin pancake hamuru reolojisi ve ürün özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi*. GIDA (2021) 46 (6) 1397-1414 doi: 10.15237/gida.GD21098.

Erkoç, S., Özcan, İ., Özyiğit, E., Kumcuoğlu, S., Tavman, Ş. (2021). *Investigation of the effects of chia and flaxseed gel used egg replacers on pancake batter rheology and product properties*. GIDA (2021) 46 (6) 1397-1414 doi: 10.15237/gida.GD21098.

### ÖZ

Bu çalışmada, yumurta beyazı ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jeli ilavesinin pancake hamurunun reolojik özellikleri ve pancake örneklerinin bazı kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çiya ve keten tohumu jeli yumurta beyazı ikamesi olarak iki farklı oranda (%50, %100) kullanılmıştır. Pancake hamurlarının akış davranışlarının üssel model ile açıklanabildiği ( $R^2=0.987-0.998$ ) ve örneklerin kayma ile incelen davranış gösterdiği saptanmıştır. Çiya ve keten tohumu jelinin kullanımıyla elastik ( $G'$ ) ve viskoz modül ( $G''$ ) değerlerinin arttığı görülmüştür. Çiya ve keten tohumu jeli oranının artmasıyla örneklerin protein içeriğinin azaldığı ( $P < 0.05$ ) belirlenmiştir. Taramalı elektron mikroskopu görüntülerinden formülasyondaki çiya ve keten tohumu jeli oranlarının artmasıyla örneklerdeki gözenekliliğin azaldığı ve çiya tohumu jelinin artmasıyla örneklerin daha katmanlı ve kırılğan bir yapı gösterdiği gözlemlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Yumurta ikameleri, bitkisel yumurta ikameleri, çiya tohumu, keten tohumu, reoloji

## INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CHIA AND FLAXSEED GEL USED EGG REPLACERS ON PANCAKE BATTER RHEOLOGY AND PRODUCT PROPERTIES

### ABSTRACT

In this study, the effects of the addition of chia and flaxseed gel as egg white replacers on the rheological properties of pancake batter and some quality properties of pancake samples were investigated. Chia and flaxseed gel were used in two different proportions (50%, 100%) as egg white replacers. It has been revealed that the flow behavior properties of pancake batters can be explained by the power law model ( $R^2=0.987-0.998$ ) and the samples exhibited shear-thinning behavior. The use of chia and flaxseed gel increased the elastic ( $G'$ ) and viscous modulus ( $G''$ ) values. It was

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: sebnem.tavman@ege.edu.tr

☎: (+90) 232 311 3016

☎: (+90) 232 311 4831

Selen Erkoç; ORCID no: 0000-0003-2188-4119

İpek Özcan; ORCID no: 0000-0003-2923-2772

Esra Özyiğit; ORCID no: 0000-0003-2579-2828

Seher Kumcuoğlu; ORCID no: 0000-0002-3663-2881

Şebnem Tavman; ORCID no: 0000-0002-6042-7482

determined that the protein content decreased with increased ratio of chia and flaxseed gel ( $P < 0.05$ ). By examining the scanning electron microscope images, porosity of the samples decreased with the increase of chia and flaxseed gel, and the samples showed a more layered and fragile structure with the increase of chia seed gel.

**Keywords:** Egg replacers, plant based egg replacers, chia seed, flaxseed, rheology

## GİRİŞ

Yumurta, yüksek protein içeriğine sahip olmasının yanı sıra, jel oluşturma, köpük oluşturma, kıvam arttırma, emülsifiye etme, renklendirme gibi çeşitli fonksiyonel özellikleri nedeniyle de gıda uygulamalarında sıkça kullanılan temel bileşenlerden biridir (Uysal vd., 2019). Ancak, yumurta tüketimi ile ilişkili çeşitli sağlık riskleri (kalp-damar hastalıkları, yumurta alerjisi) veya tüketicilerin vegan beslenmeye yönelik tercihleri yumurta yerine kullanılabilir alternatif kaynakların araştırılmasına neden olmaktadır (Agrahar-Murugkar vd., 2016; Shi vd., 2011). Bu nedenle çeşitli bitkisel proteinler (bezelye proteini, soya proteini), hayvansal proteinler (kolajen, hidrolizatlar, jelatin, peynir altı suyu konsantresi vb.), buğday nişastası, hidrokolloidler ve emülgatörlerin yumurta yerine kullanımıyla ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Kohrs vd., 2010; Tan vd., 2015).

Bitkisel proteinler, nispeten ucuz bir alternatif olmakla birlikte hayvansal proteinlerle karşılaştırılabilir derecede besleyici ve fonksiyonel özelliklere sahip olmalarından dolayı gıda endüstrisinin ilgisini çekmektedir (Sharif vd., 2018). Aynı zamanda bu ilgi, modern tüketicilerin sürdürülebilirlik ve sağlık konusunda farkındalığının artması ile de desteklenmektedir (Boye vd., 2010; McClements vd., 2017; Sharif vd., 2018). Genellikle ticari olarak kullanılan bitkisel protein kaynakları yağlı tohumlar, tahıllar ve baklagillerdir (Çetiner ve Ersus Bilek, 2018). Zengin besin içeriği dolayısıyla önemli bitkisel protein kaynaklarından olan keten ve çiya tohumları da su ile karıştırıldıklarında jel oluşturma yeteneğine sahiptir. Bu özelliğiyle, keten ve çiya tohumlarından elde edilen jeller yumurta ikamesi olarak kullanıma uygun gıdalar arasında yer almaktadır (Chen vd., 2006).

Çiya; zengin besin ögesi içeriği ve su tutma özelliği nedeniyle gıda endüstrisinde bütün halde, öğütülerek, su içinde jel halinde veya kuru halde

kıvam arttırıcı, emülgatör ve stabilizatör olarak kullanılmaktadır (Zettel ve Hitzman, 2018; Hrcic vd., 2020). Çiya tohumu kendi ağırlığından daha fazla su tutma ve su ile karıştırıldığında hızlıca jel oluşturma özelliğine sahiptir (Özbek vd., 2018; Yurt ve Gezer, 2018). Çiya jeli, sağladığı reolojik ve duysal özelliklerle beraber mükemmel stabilite ve emülsifiye edici etki göstermesi nedeniyle potansiyel bir yumurta ikamesi olarak görülmektedir (Agrahar-Murugkar vd., 2016; Gallo vd., 2020).

Keten (*Linum usitatissimum* L.) önemli bir yağlı tohum mahsulüdür ve lignanlar, fenolikler, tokoferoller, karotenoidler, yüksek kaliteli çoklu doymamış yağ asitleri (omega-3), diyet lifleri ve antioksidanlar açısından zengindir (Mannucci vd., 2019). Keten tohumunun fonksiyonel özelliklerinde en büyük rolü içerdiği proteinler üstlenmektedir. Keten tohumu proteinleri emülsifiye etme, jel oluşturma, köpük oluşturma ve stabil etme gibi fonksiyonel özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde etkili bir kıvam arttırıcı, stabilizatör ve emülgatör olarak kullanılabilir (Rabetafika vd., 2011; Safdar vd., 2019). Günlük diyetle keten tohumu direkt tohum halinde tüketilebildiği gibi gıda sektöründe tohumu veya yağı çeşitli ürünlerin içinde fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanılmaktadır. Mükemmel bir Omega-3 ve diyet lifi kaynağı olan keten tohumu, kaynatıldığında viskoz bir jel oluşturmaktadır (Rabetafika vd., 2011; Kajla vd., 2015). Gıda sektöründe yumurta ikamesi olarak kullanılmasının en önemli nedenlerinden birisi nötral polisakaritlerden oluşan müsülij içeriğidir (Tirgar vd., 2017). Keten tohumunun kuru ağırlığının %8'ini müsülij oluşturmada ve suda çözünerek düşük konsantrasyonlarda jel oluşturabilmektedir (İşleroğlu ve Yıldırım, 2005).

Yumurta ikamesi olarak keklerde çiya tohumu kullanımı (Borneo vd., 2010; Gallo vd., 2020; Agrahar-Murugkar vd., 2016) ve keten tohumu

kullanımı (Nugraheni vd., 2019) üzerine gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Borneo vd. (2010) tarafından kek örneklerinde yumurta ikamesi olarak farklı oranlarda çiya jeli kullanımının keklerin fonksiyonel, besinsel ve duyuşal özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Çiya jelinin çikolatalı keklerde yumurta ikamesi olarak kullanıldığı diğere bir çalışmada ise ikame kullanımının duyuşal özelliklerde olumsuz etki yaratmadığı tespit edilmiştir (Gallo vd., 2018). Nugraheni vd. (2019) çalışmasında, glutensiz ve yumurta içermeyen kurabiye geliştirilmesinde yumurta ikamesi olarak keten tohumu jeli kullanımının fiziksel, besinsel ve duyuşal özellikler üzerine etkisini incelemiştir. Ancak, pankek örneklerinde yumurta ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jellerinin kullanımına daha az dikkat çekilmiştir.

Pankek, un, yumurta, tuz, yağ, şeker kullanılarak hazırlanan kahvaltılık veya tatlı olarak tüketilen, genellikle ince, yuvarlak, yassı bir kektir (Finnie vd., 2006; Incoronato vd., 2020). Farklı ülkelerde farklı tariflerle bilinmekle birlikte, Fransa ve Japonya'da krep, Kore'de gözleme, ülkemizde ise akıtma, kaşık dökmesi ve tava keki olarak tüketilmektedir. Sulu bir hamur yapısına sahip olan pankekte pişirilirken hafif ve kabarık bir doku gözlenmektedir (Cho vd., 2019). Yumurta ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jeli kullanımı hamur yapısında değişikliklere neden olarak son üründe etkili olmaktadır. Gıda sistemlerinde unların ve tohumların suyu absorplama ve şişme özelliklerini tanımlayan, ürünlerin kıvamı ile yapısı hakkında bilgi veren su absorplama indeksi (WAI), yapıda meydana gelen değişimlerin belirlenmesinde değerlendirilmektedir (Choi vd., 2012). Hamurların viskoelastik özelliklerinin tanımlanmasında, elastik modül ( $G'$ ) değerleri ve viskoz modül ( $G''$ ) değerleri incelenerek yapıda baskın karakterin belirlenmesi sağlanmaktadır. Akış davranış özellikleri ise akış davranış indeksi ( $n$ ) ve kıvam indeksi ( $K$ ) değerleri incelenerek belirlenmektedir.  $n$  değeri akış davranışı hakkında bilgi vermekte ve  $n=1$ ,  $n<1$ ,  $n>1$  olacak şekilde sırasıyla Newton tipi akış, kayma ile incelme ve kayma ile kalınlaşma özelliklerini tanımlamaktadır (Singh ve Heldman, 2014).  $K$  ise gıdalarda viskoz

davranışın bir göstergesi olmaktadır (Koocheki et al. 2009).

Çalışma kapsamında yumurta beyazı ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jeli kullanılarak çeşitli nedenlerle yumurta tüketmeyen bireylerin tüketimine uygun pankek geliştirilmesi, çiya ve keten tohumu jelinin yumurta ikamesi olarak kullanımının hamur reolojisi ve pankek kalitesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çiya ve keten tohumu jellerinin üretiminde çiya ve keten tohumu (Yayla Agro Gıda San. ve Nak. A.Ş., Ankara) kullanılmıştır. Pankek örneklerinin üretiminde buğday unu (Söke, Aydın), yumurta beyazı, şeker, tuz, su, vanilya, kabartma tozu (Dr-Oetker Gıda San. ve Tic. A.Ş., İzmir) ve farklı oranlarda çiya tohumu ve keten tohumu jelleri kullanılmıştır.

### YÖNTEM

#### Çiya ve Keten Tohumu Jelinin Hazırlanması

Çiya jeli, Borneo vd. (2010) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak hazırlanmıştır. Buna göre çiya tohumları, çiya tohumu:su oranı 1:9 (g/g) olacak şekilde 30 dakika suda bekletilmiştir. Keten tohumu jeli El-Sayed vd. (2014) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek hazırlanmıştır. Keten tohumu, keten tohumu:su oranı 1:20 (g/ml) olacak şekilde 100 °C'de 30 dakika boyunca suyla karıştırılarak 8 saat oda sıcaklığında bekletilmiş, daha sonra keten tohumları ayrılarak jel elde edilmiştir.

#### Pankek Örneklerinin Üretimi

Pankek örneklerinin hazırlanmasında Shih vd. (2006) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilmiştir. Çiya (%50, 100) ve keten tohumu (%50, 100) jelleri formülasyona ayrı ayrı olacak şekilde yumurta beyazı ile yer değiştirilerek ilave edilmiştir. Sadece yumurta beyazı içeren örnek kontrol (K) olarak adlandırılmıştır. Pankek örneklerinin formülasyonları Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Pankek hamurunun hazırlanması amacıyla kuru malzemelerin tümü karıştırılmıştır. Çiya tohumu jeli/keten tohumu jeli ve su ayrı bir kaptaki karıştırıldıktan sonra kuru malzemeler sıvı malzemelere eklenerek, 45 saniye boyunca spatula

yardımıyla karıştırılmıştır. Karıştırma işleminden sonra 40 g hamur önceden yağlanmış ve ısıtılmış bir tavada 3 dakika pişirildikten sonra diğer yüzü çevrilip 3 dakika pişirilmiştir.

Çizelge 1. Farklı oranlarda yumurta ikamesi olarak çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ile oluşturulan pankek örneklerinin formülasyonu (g)

Malzemeler (Ingredients)	K (C)	%50 C (50% C)	%100 C (100% C)	%50 KT (50% FS)	%100 KT (100% FS)
Buğday unu ( <i>wheat flour</i> )	100	100	100	100	100
Yumurta beyazı ( <i>egg white</i> )	40	20	0	20	0
Keten tohumu jeli/Çiya tohumu jeli ( <i>Flaxseed gel/ Chia seed gel</i> )	0	20	40	20	40
Şeker ( <i>Sugar</i> )	20	20	20	20	20
Tuz ( <i>Salt</i> )	2	2	2	2	2
Kabartma tozu ( <i>Baking powder</i> )	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Su ( <i>Water</i> )	108.5	108.5	108.5	108.5	108.5

K: Kontrol örneği (K: Control sample)

%50 C: %50 çiya tohumu jeli içeren pankek örneği (50% C: Pancake sample containing 50% chia seed gel)

%100 C: %100 çiya tohumu jeli içeren pankek örneği (100% C: Pancake sample containing 100% chia seed gel)

%50 KT: %50 keten tohumu jeli içeren pankek örneği (50% FS: Pancake sample containing 50% flaxseed gel)

%100 KT: %100 keten tohumu jeli içeren pankek örneği (100% FS: Pancake sample containing 100% flaxseed gel)

### Çiya ve Keten Tohumunda Gerçekleştirilen Analizler

#### Çiya ve Keten Tohumunun Su Absorplama İndeksinin Belirlenmesi

Çiya ve keten tohumlarının su absorplama indeksi (WAI) değerleri, Choi vd. (2012)'de verilen yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. 3 g keten tohumu veya çiya tohumu 30 ml distile su ile karıştırılıp su banyosunda 60°C'de 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra örnek Universal 320R santrifüj kullanılarak (Hettich Zentrifugen, Tuttlingen, Almanya) 4000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiş ve elde edilen çökelti tartılmıştır. Örneklerin su absorplama indeksi Eşitlik (1) ile hesaplanmıştır.

$$WAI (g/g) = \frac{\text{Katı faz ağırlığı}}{\text{Örnek ağırlığı}} \quad (1)$$

#### Çiya ve Keten Tohumu Jelinin Protein Miktarının Belirlenmesi

Yumurta akı, çiya tohumu jeli ve keten tohumu jelinin protein içeriği FP-528 Nitrogen/Protein Analizörü (Leco, St. Joseph, ABD) kullanılarak

belirlenmiştir. Analiz öncesinde örnekler Alpha 1-2 LD plus liyofilizatör (Martin Christ, Göttingen, Almanya) ile -56°C'de 48 saat kurutulmuştur.

### Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) Analizi

Çiya tohumu jeli ve keten tohumu jelinin yapılarının analiz edilmesi amacıyla Fourier Dönüşümlü Kızıl Ötesi Spektrometresi kullanılmıştır. Çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli örneklerinin kızılötesi spektrumları, Spectrum Two Zayıflatılmış Toplam Yansıma (ATR)- FTIR cihazı (Perkin Elmer, Waltham, ABD) kullanılarak 4000-600 cm<sup>-1</sup> dalga boyunda ölçülmüştür (Rosas-Mendoza vd., 2017).

### Pankek Hamurunda Gerçekleştirilen Analizler

#### Yoğunluk

Pankek hamurlarında yoğunluk ölçümü 100 ml hacme sahip Elcometer 1800 piknometre (Elcometer, Manchester, İngiltere) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Piknometre analiz öncesinde

boş olarak tartılmış ve daha sonrasında hamur örnekleri piknometreye doldurulmuştur. Fazla örnek temizlendikten sonra tartım alınıp elde edilen değer kaydedilmiştir. Yoğunluk değerleri örneklerin kütlelerinin hacimlerine bölünmesiyle elde edilmiştir (Gularte vd., 2012).

### Reolojik Özellikler

Kek hamurlarında reolojik özelliklerin belirlenmesi amacıyla DHR-3 reometre (TA Instruments Inc., New Castle, ABD) kullanılmıştır. Hazırlanan hamur örnekleri bekletilmeden analiz edilmişlerdir. Analizler  $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 'de, plakalar arası boşluk 1 mm olacak şekilde 40 mm çaplı paralel plaka kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin doğrusal viskoelastik özellik gösterdiği bölgenin tespit edilmesi amacıyla, 10 rad/s sabit frekansta ve  $10^{-2}$ -100 gerinim aralığında gerinim tarama testi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda belirlenen sabit gerinim değerinde 0.01-10 Hz aralığında frekans tarama testi gerçekleştirilmiştir. Frekans tarama testi ile hamurun elastik modül ( $G'$ ), viskoz modül ( $G''$ ),  $\tan\delta$  değerlerinin frekans ile değişimi incelenmiştir. Örneklerin akış davranışlarını belirlemek amacıyla, kayma hızı 0.01-100  $\text{s}^{-1}$  aralığında lineer olarak arttırılarak gerçekleştirilen analiz sonucunda, kayma gerilimi ve görünür viskozitenin kayma hızı ile değişimi değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere Üssel (Power Law) model (2) uygulanarak akış davranışı belirlenmiştir (Ronda vd., 2011).

$$\sigma = K_{cp} \cdot \dot{\gamma}^n \quad (2)$$

Eşitliklerde verilen  $\sigma$ , kayma gerilimini (Pa),  $\dot{\gamma}$ ; kayma hızını ( $1/\text{s}$ ),  $K_{cp}$ ; kıvam indeksini ( $\text{Pa} \cdot \text{s}^n$ ) ve  $n$  akış davranışı indeksini göstermektedir. Analizler 2 paralel, 3 tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması verilmiştir.

### Pankek Örneklerinde Gerçekleştirilen Analizler

#### Bileşim

Örneklerin bileşimlerini belirlemek amacıyla nem, kül, ham yağ ve protein analizleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre analizler, nem değerleri metot AACC (2000) 44-15A, kül miktarı AACC (2000) metot 08-01, ham yağ miktarı

AACC (2000) metot 30-25 ve protein değerleri AACC (2000) metot 46-30'a göre gerçekleştirilmiştir.

#### Doku Profil Analizi

Örneklerin doku profili analizi, pişirme işleminden 24 saat sonra TA-XT2i Tekstür analizörü (StableMicrosystems, Surrey, İngiltere) cihazı ile Fajardo ve Ross (2015) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Analiz, 25 mm çaplı alüminyum silindirik prob ile 2 mm/s test hızında, trigger kuvveti 50 g ve %50 gerilim ile gerçekleştirilmiştir.

#### Renk

CM-400d Minolta Colour Reader (Konica Minolta, Osaka, Japonya) kullanılarak örneklerin yüzey ve iç rengi belirlenmiştir. Farklı örneklerde, farklı oranlarda çiya tohumu jeli veya keten tohumu jeli kullanımının etkisi  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (+ kırmızı, - yeşil),  $b^*$  (+ sarı, - mavi) renk değerleri ölçülerek belirlenmiştir (Bozdoğan vd., 2019).

#### Duyusal değerlendirme

Farklı oranlarda yumurta beyazı ikamesi olarak çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ile oluşturulan pankek örneklerinin duysal değerlendirmesi Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümündeki öğretim elemanı ve lisansüstü öğrencilerinden yarı eğitilmiş 10 panelistin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Örneklerin duysal değerlendirmesinde hedonik skala testi kullanılarak panelistlerin 5 farklı pankek örneklerini görünüş, renk, doku, lezzet ve genel beğeni kategorilerinde puanlamaları istenmiştir. Duyusal değerlendirme için kullanılan hedonik skala "Çok Kötü": 1, "Kötü": 2, "Orta": 3, "İyi": 4 ve "Çok İyi": 5 olmak üzere puanlandırılmıştır (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2015).

#### Taramalı Elektron Mikroskopisi (SEM)

Üretilen örneklerin mikro-yapısının belirlenmesi amacıyla taramalı elektron mikroskopisi kullanılmıştır. Pişirilen örnekler, iç kısımlarından  $1 \text{ cm}^3$  hacminde küpler kesilerek Alpha 1-2 LD plus liyofilizatör (Martin Christ, Göttingen, Almanya) ile  $-56^\circ\text{C}$ 'de 24 saat kurutulmuş ve altın

ile kaplanmıştır. SEM analizi, Apreo S taramalı elektron mikroskobu (Thermo Scientific, Waltham, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Görüntüler 1000x büyütme oranında alınmıştır.

### İstatistiksel analiz

Deneysel veriler farklı formülasyonlar arasında önemli fark ( $P < 0.05$ ) bulunup bulunmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Önemli düzeyde fark bulunduğu karşılaştırma için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

## SONUÇ ve TARTIŞMA

### Çiye ve Keten Tohumu Özellikleri

#### Çiye ve Keten Tohumunun Su Absorplama İndeksi

Keten tohumu ve çiye tohumunun öğütülmüş halinde belirlenen WAI değerlerinin sırasıyla, 3.55 ve 5.83 g/g olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Literatürde çiye tohumu ve keten tohumunun su absorplama indeksleri (WAI) sırasıyla 5.1 ve 3.77 g/g olarak tespit edilmiştir (Hatamian vd., 2020; Kumar vd., 2019). Pankek formülasyonunda keten tohumu ve çiye tohumu jellerinin kullanımının örneklerin su absorplama indekslerini etkileyerek yapıda değişikliğe neden olduğu düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada da çiye tohumu jelinin protein içeriğinden dolayı iyi bir su absorplama kapasitesine sahip olduğu ortaya konmuştur (Olivos-Lugo vd., 2010).

Çizelge 2. Çiye ve keten tohumlarının su absorplama indeksleri

Table 2. Water absorption indexes of chia and flaxseed

Örnek (Sample)	WAI (g/g)
Çiye Tohumu ( <i>chia seed</i> )	5.83±0.12 <sup>b</sup>
Keten Tohumu ( <i>flaxseed</i> )	3.55±0.08 <sup>a</sup>

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan fark olduğunu göstermektedir ( $P < 0.05$ ).

Different letters in the same column (a, b) indicate a statistically significant difference ( $P < 0.05$ )

### Çiye ve Keten Tohumu Jellerinin Protein Miktarının Belirlenmesi

Yumurta akı, çiye tohumu jeli ve keten tohumu jelinin protein içeriği Çizelge 3'te verilmiştir. %72.75 ile en yüksek protein içeriğine sahip örneğin yumurta beyazı olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). Çiye tohumu jeli ve keten tohumu jelinin

protein içeriği sırasıyla %4.50 ve %4.9 olarak tespit edilmiştir. Keten tohumu jelinin protein içeriği çiye tohumu jelinden biraz daha yüksek olsa da aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $P > 0.05$ ). Yumurta beyazı yaş temelde yaklaşık %9.7-%10.6 proteine sahipken çiye tohumu jelinin ise kuru temelde %3.5 proteine sahip olduğu bildirmiştir (Mine, 1995; Coorey vd., 2014). Bu çalışmada da literatür ile uyumlu şekilde, yumurta beyazının protein içeriği keten ve çiye tohumu jelinden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. Yumurta akı, çiye tohumu jeli ve keten tohumu jelinin protein miktarı değerleri

Table 3. Protein content of egg white, chia seed gel and flaxseed gel

Örnek (Sample)	Protein miktarı* (Protein content)
Yumurta beyazı ( <i>Egg white</i> )	72.75±0.27 <sup>b</sup>
Çiye tohumu jeli ( <i>chia seed gel</i> )	4.50±0.18 <sup>a</sup>
Keten tohumu jeli ( <i>flaxseed gel</i> )	4.90±0.96 <sup>a</sup>

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan fark olduğunu göstermektedir ( $P < 0.05$ ).

Different letters in the same column (a, b) indicate a statistically significant difference ( $P < 0.05$ )

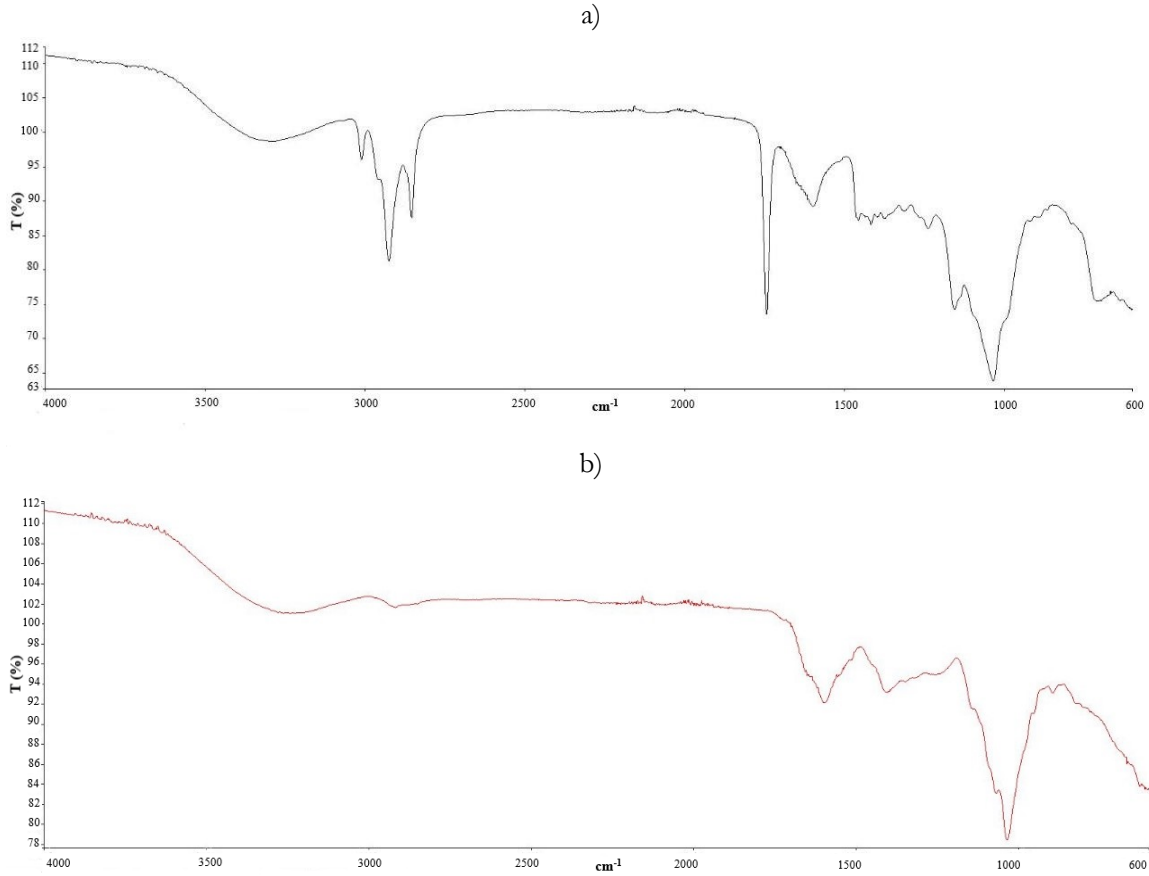
\*Kuru temelde \* Dry basis

### FTIR analizi

Çiye tohumu jeli ve keten tohumu jeli örneklerinin kimyasal bileşimlerini karakterize etmek amacıyla FTIR spektroskopisinden yararlanılmıştır. Çiye tohumu jeli ve keten tohumu jelinin FTIR spektrumu Şekil 1'de verilmiştir. Çiye tohumu jeli örnekleri için 3100-3700  $\text{cm}^{-1}$  aralığındaki bantlar, protein içeriğinin (N-H) gerilmesini temsil etmektedir. Ayrıca 1700-1550  $\text{cm}^{-1}$  ve 1600-1980  $\text{cm}^{-1}$  bölgesi, proteini karakterize eden Amid I gruplarının varlığını göstermektedir. Çiye tohumu jeli durumunda 1500-1900  $\text{cm}^{-1}$ , 1550  $\text{cm}^{-1}$ , 1400  $\text{cm}^{-1}$  bantları, saptanan üronik asit varlığına katılmış olan üronik asitlerin karboksil grubunun (-COO-) göstergesidir. Çiye tohumu ve jeli için 1654  $\text{cm}^{-1}$  ve 1618  $\text{cm}^{-1}$  'deki iletim bantları mannoz halkasını temsil etmektedir. Ek olarak, çiye tohumu için 1750  $\text{cm}^{-1}$  ve 1200  $\text{cm}^{-1}$ , piranoz halkasında bulunan C = O ve C-O-C'yi temsil etmektedir. 1080  $\text{cm}^{-1}$  'de bant, 1 → 4 glikosidik bağ halkası titreşimi ve C-OH bükülmesinin C-O-C'sini göstermekte ve polisakkaritlerin özelliği

olarak kabul edilmektedir (Darwish vd., 2018). Keten tohumu jeli için  $1600\text{ cm}^{-1}$  C = O asimetric germe titreşimi, keten tohumu jelindeki bağılı suyun varlığını gösteren karboksil grubuna bağılıdır. Karboksil grubu iyonlar için bir bağlanma yeri görevi görmesi nedeniyle jelleşme ve reolojik özellikler üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.  $1400\text{ cm}^{-1}$ 'deki emilim, C – O germe titreşimi olarak adlandırılmakla birlikte üronik asitlerin varlığını göstermektedir.  $800\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$  arasındaki alan karbonhidratlar için parmak izi bölgesi olarak kabul edilmektedir.  $1100\text{ cm}^{-1}$  de gözlenen pik glikozidik bağlarının  $\text{YC-O-C}$  ve C–

OH varlığını göstermektedir. Ayrıca,  $1020\text{ cm}^{-1}$  'deki emilim, glukon birimlerinin varlığı hakkında bilgi vermektedir.  $3100\text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlenen geniş ve güçlü bir tepe, hidroksil grubunun (OH) gerilme titreşiminin varlığını göstermektedir (Fang vd., 2020). Çiya tohumu ve keten tohumundan elde edilen jellerin literatürdeki diğer çiya ve keten tohumu jel örnekleri ile benzer FTIR spektrumları sergilediği görülmüştür (Deng vd., 2020; Muñoz-González vd., 2019; Safdar vd., 2020; Safdar vd., 2019; Darwish vd., 2018; Fang vd., 2020).



Şekil 1. Çiya tohumu ve keten tohumu jelinin FTIR spektrumu. a) çiya tohumu jeli; b) keten tohumu jeli

Figure 1. FTIR spectrum of chia seed gel and flaxseed gel. a) chia seed gel; b) flaxseed gel

### Pankek Hamur Özellikleri

#### Yoğunluk

Farklı oranlarda yumurta ikamesi kullanılarak elde edilen hamurların yoğunluk değerleri  $1.086\text{-}1.132$  (g/ml) arasında değişiklik göstermekte olup, çiya

ve keten tohumu kullanımının örneklerin yoğunluk değerlerinde artışa neden olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ) (Çizelge 4). Hamurların yoğunluk değeri, hamur içerisinde tutulan hava miktarının bir göstergesi olarak kabul

edilmektedir. Hamur içerisinde bulunan hava miktarı arttıkça, yoğunluk değeri düşerek yüksek hacimli ürün elde edilmektedir (Gómez et al., 2007).

Çizelge 4. Farklı oranlarda çiya ve keten tohumu jeli içeren örnekler için yoğunluk değerleri  
Table 4. Density of samples containing different proportions of chia and flaxseed gel.

Örnek (Sample)	Yoğunluk (g/ml) (Density g/ml)
Kontrol (Control)	1.086±0.01 <sup>a</sup>
%50 KT (50% FS)	1.115±0.009 <sup>b</sup>
%100 KT (100% FS)	1.268±0.002 <sup>c</sup>
%50 C (50% C)	1.16±0.007 <sup>d</sup>
%100 C (100% C)	1.135±0.008 <sup>c</sup>

Aynı sütunda bulunan değerler arasında farklı harf içeren örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ).

Different letters in the same column (a, b, c, d, e) indicate significant differences between means ( $P < 0.05$ ).

#### Reolojik Özellikler

##### Akış davranışı

Yumurta ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jeli kullanımının hamurların akış davranış özelliklerine olan etkisi 0.01-100 s<sup>-1</sup> kayma hızı aralığında incelenmiştir (Şekil 2). Kayma hızı arttıkça keten tohumu jeli içeren örneklerde kayma gerilimi değerleri artış gösterirken, çiya tohumu jeli içeren örneklerde, %50 çiya tohumu jeli içeren örneklerde azalma, %100 çiya tohumu jeli içeren örneklerde ise artış olduğu belirlenmiştir. Kayma hızına karşılık kayma gerilimi grafiğinden elde edilen deneysel verilere en iyi uyumun üssel model ile elde edildiği gözlemlenmiştir ( $R^2=0.987-0.998$ ). Üssel model uygulanarak belirlenen kıvam katsayısı ( $K$ ) ve akış davranış indeksi ( $n$ ) Çizelge 5'te belirtilmektedir. Elde edilen  $n$  değerleri 0.352-0.490 aralığında değişmekte ve kayma ile incelen özellik göstermektedir ( $P < 0.05$ ).  $K$  değerleri, 18.332-33.997 Pa.s<sup>n</sup> aralığında değişmekte ve keten tohumu içeriği arttıkça kıvam indeksi değerleri artış göstermekte; en yüksek  $K$  değeri ise %100 çiya tohumu jeli içeren örnek olarak bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Yumurta ikamesi olarak farklı tohum jeli kullanımı sonucunda örneklerin viskozite değerlerinde, %50 çiya tohumu jeli içeren örnek dışında viskozite değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Hamur örneklerinde yüksek su absorplama kapasitesine sahip bileşenlerin kullanımı, partiküllerin serbest su içerisindeki hareketliliğini azaltarak, görünür viskozite değerlerini arttırmaktadır (Ronda vd., 2011). Çiya ve keten tohumu jeli ile hazırlanan örneklerin de yüksek su absorplama kapasitelerine bağlı olarak hamurların görünür viskozite değerlerini arttırdığı görülmektedir. Tüm örneklerde kayma hızı arttıkça görünür viskozite değerlerinde azalma gözlemlenerek, kayma ile incelen (psödoplastik) yapı görülmektedir. Yumurta ikamesi olarak çiya tohumu kullanılan bir çalışmada örneklerin akış davranışının, Casson model ve Herschel Bulkley modele uyumluluğu incelenmiştir. Buna göre çiya tohumu ile hazırlanan örneklerde Casson ve Herschel Bulkley modellere uyumun oldukça düşük olduğu ve elde edilen  $r^2$  değerlerinin sırasıyla 0.46 ve 0.52 olduğu belirtilmiştir (Agrahar-Murugkar vd., 2016). Benzer şekilde kek örneklerinde yumurta ikamesi olarak peynir altı suyu proteinin kullanıldığı bir çalışmada hamurların akış davranış özelliklerinin Power Law modele uyumluluğu incelenmiş ve peynir altı suyu proteini kullanımı ile  $n$  değerlerinin yumurta içeren örneklerle kıyasla artış gösterdiği (0.2-0.5); kıvam indeksi değerlerinde ( $k$ ) ise azalma olduğu (0-160 Pa.s<sup>n</sup>) belirlenmiştir (Tan vd., 2015).

Reolojik özellikler doğrusal bölgede gerilim ve gerinime bağlı olmamakta ve belli bir gerinim değerinden sonra modül değerleri azalarak doğrusal olmayan bölgeye geçiş yapılmaktadır. Bu nedenle frekans tarama testlerinden önce örneklerin doğrusal bölgede olduğu aralık belirlenmektedir (Steffe, 1996). Tüm pankek hamur örneklerinin elastik modül ( $G'$ ) değerleri, viskoz modül ( $G''$ ) değerlerinden daha yüksektir ve hamurun yapısında elastik karakter baskın olmaktadır (Şekil 3). %50 çiya tohumu jeli içeren örnek hariç pankek hamur formülasyonunda tohum jeli kullanım oranı arttıkça elde edilen elastik ve viskoz modül değerleri de artış göstermektedir. Su absorplama kapasitesi yüksek çiya ve keten tohumu jeli kullanımı ile partiküllerin



hareketliliğinin azalması sonucu viskoelastikliğin de artış gösterdiği düşünülmektedir. Benzer şekilde, glutensiz muffin hamurlarında farklı su absorplama kapasitesine sahip protein kaynaklarının kullanımında, WAI değerinin artmasına bağlı olarak elastik ve viskoz modül değerlerinin de arttığı belirtilmiştir (Shevkani vd. 2015).

Örneklerin viskoelastik davranışları gerilim tarama testi sonucunda belirlenen sabit gerinim değerinde, gerinim oranının uygulanmasıyla hamurların viskoz ve elastik davranışlarındaki değişim kaydedilerek belirlenmektedir (Steffe, 1996). Frekans tarama testi ile elde edilen sonuçlara göre jel içeriği arttıkça örneklerin elastik modül değerlerinin artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Viskoz modül değerleri incelendiğinde ise tohum jeli ile hazırlanan örneklerde kontrol grubuna karşılık artış olduğu görülmektedir (Şekil 4). Elastik modül değerleri, tüm örnek grupları için viskoz modül değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla kayıp tanjant değerleri ( $\tan\delta$ ) değerleri 1'den küçük olmakta ve örnekler katı elastik benzeri yapı göstermektedir (Weipert, 1990). Çiya tohumu jelinin yüksek su absorplama kapasitesine sahip olması hamurların elastikiyetini arttırması ile ilişkilendirilebilmektedir (Moreira vd., 2013). Lee vd. (2004), çalışmalarında yulaf kepeği ve keten tohumunu pastacılık yağı ikamesi olarak kek örneklerinde kullanmış ve hamur örneklerinin  $G'$  ve  $G''$  değerlerinin frekansla değişimini incelemişlerdir. Buna göre  $10^{-2}$  ve  $10^2$  Hz aralığında, örneklerde yağ ikamesi olarak keten tohumu içeriğinin arttırılmasıyla  $G'$  ve  $G''$  modül değerlerinin  $10^2$ - $10^4$  aralığında frekansa bağlı olarak artış gösterdiği belirtilmiştir.

### **Pankek Örneklerinin Özellikleri**

#### *Bileşim*

Çizelge 6'da yumurta beyazı ikamesi olarak çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli kullanımının pankek örneklerinin nem, kül, yağ ve protein değerleri üzerine olan etkisi verilmektedir. Örneklerin nem içeriğinin %45.94 ve %49.85 aralığında değiştiği, çiya tohumu jeli kullanılarak hazırlanan örneklerin en yüksek nem içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Hargreaves

ve Zandonadi (2018) tarafından yapılan çalışmada da glutensiz kek örneklerinde formülasyona çiya tohumu jeli eklenmesi ile nem içeriğinin arttığı gözlemlenmiştir. Çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren örneklerin daha yüksek nem içeriğine sahip olması, çiya ve keten tohumunun su absorplama, jel oluşturma ve protein ağıyla interaksiyona girebilme özellikleri ile açıklanabilmektedir (Hargreaves ve Zandonadi, 2018; Zettel ve Hitzman, 2018; Rabetafika vd., 2011). Örneklerin protein içeriğinin %7.48 ile %4.4 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek protein içeriğine sahip örneğin kontrol örneği, en düşük protein içeriğine sahip örneğin ise %100 çiya tohumu jeli içeren örnek olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Jel örneklerinin protein içeriği incelendiğinde (Çizelge 3), keten tohumu jeli ile çiya tohumu jeli arasında istatistiksel açıdan fark tespit edilmese de değerler arasında az bir farkla keten tohumu jelinin protein içeriğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, aynı oranda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren pankek örneklerine bakıldığında keten tohumu jeli içeren örneklerin daha yüksek protein içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer şekilde, Hargreaves ve Zandonadi (2018), çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli kullanarak hazırladığı keklerin protein içeriğinin %5.92 ile 5.69 arasında değiştiğini bildirmiştir. Örneklerin kül ve yağ değerlerinde çiya tohumu jeli ve keten tohumu jelinin kullanımı ile anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ( $P > 0.05$ ).

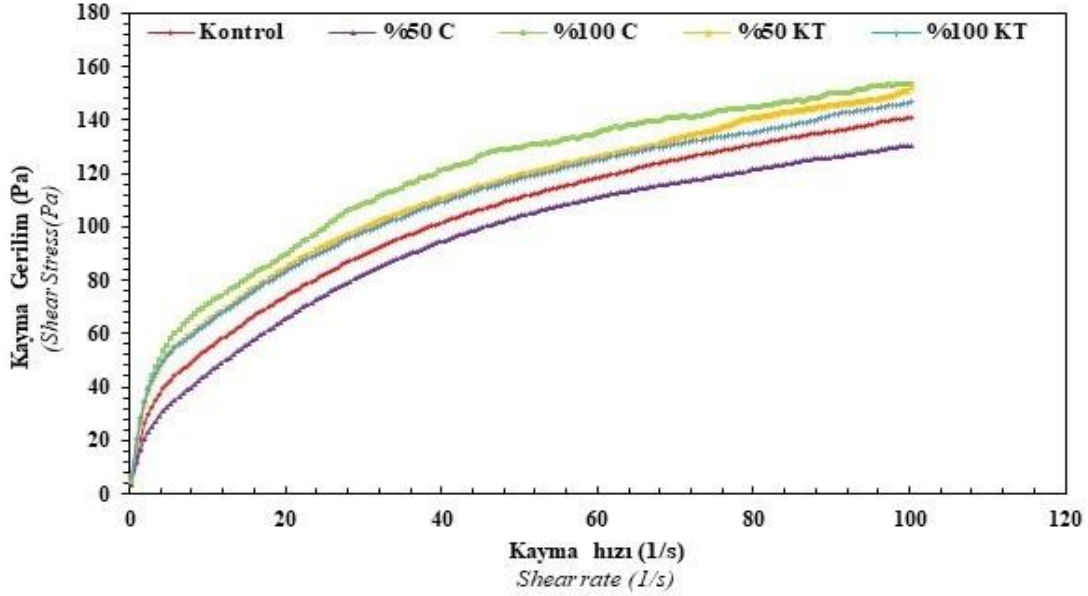
#### *Doku Profil Analizi*

Farklı formülasyonlar kullanılarak hazırlanan pankek örnekleri; sertlik, esneklik, yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastiklik açısından incelenmiş; sonuçlar Çizelge 7'de verilmiştir. Kullanılan yumurta ikamesi tipi ve oranı örneklerin sertlik değerlerinde anlamlı bir fark oluşturmuştur ( $P < 0.05$ ). %100 keten tohumu jeli içeren pankek en sert örnek olurken %100 çiya tohumu jeli içeren pankek örneği ise en yumuşak örnek olmuştur. En yüksek yoğunluğa sahip hamurun %100 keten tohumu jeli içeren hamur olduğu tespit edilmiştir. Hamur yoğunluğunun artması sonucunda hamurda tutulan hava kabarcıkları azalmakta ve daha sert yapıda ürün

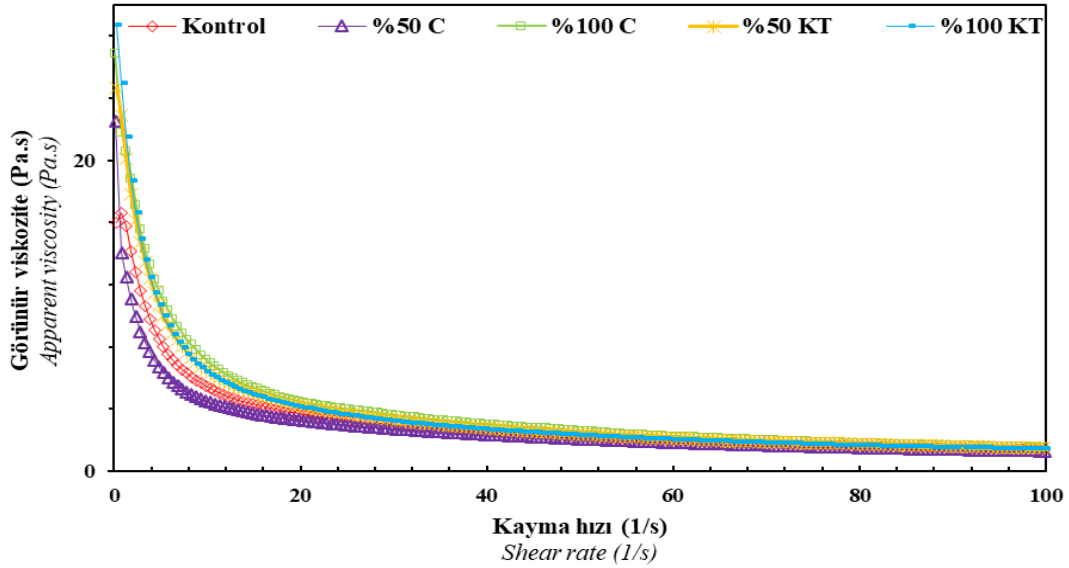
oluşmaktadır. Levent vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada keten tohumu içeren keklerin kontrol örneğinden daha sert olduğu, Agrahar-Murugkar vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada

ise çiya tohumu içeren örneklerin kontrol örneğinden daha yumuşak olduğu tespit edilmiştir.

a)

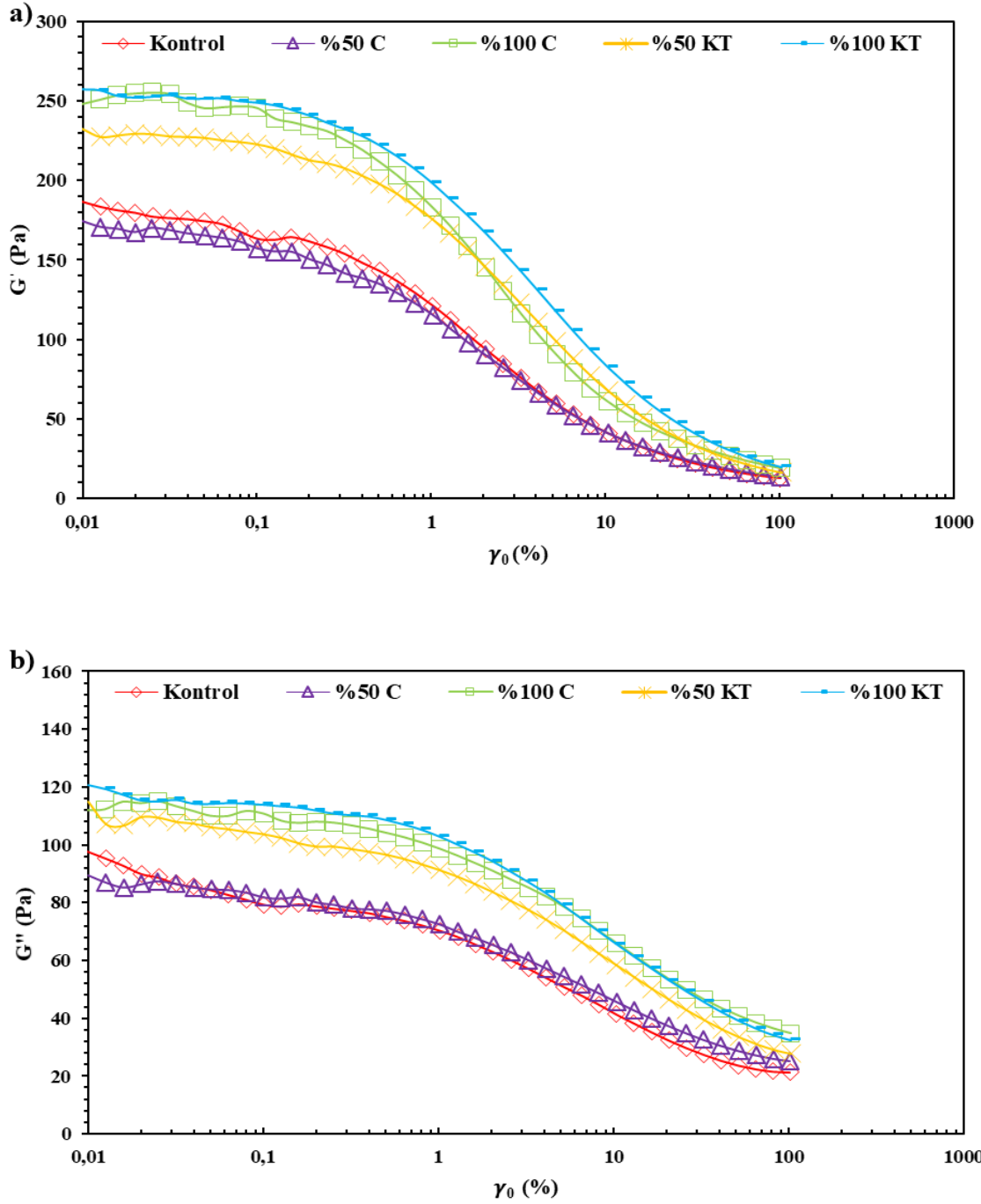


b)



Şekil 2. Farklı oranlarda yumurta ikamesi içeren örneklerle ait akış davranış eğrileri. a) Kayma gerilimi (Pa), b) Görünür viskozite (Pa.s)

Figure 2. Flow ramp analysis curves of pancake samples prepared in different formulations. a) Shear stress (Pa); b) Apparent viscosity (Pa.s)



Şekil 3. Farklı oranlarda yumurta ikamesi içeren örneklere ait salınım genliği analizi sonucunda elde edilen viskoelastik modül değerleri. a)  $G'$ , b)  $G''$  (10 rad/s)

Figure 3. Oscillation amplitude analysis results of pancake batters for different seed gels concentrations at 10 rad/s. a)  $G'$ , b)  $G''$

Çizelge 5. Hamurların reolojik karakterizasyonu, üssel model ile elde edilen akış özellikleri  
 Table 5. Rheological characterization of batters, results of power law model

Örnek (Sample)	Kıvam indeksi (Consistency index) (Pa.s <sup>n</sup> )	Akış davranış indeksi (Flow behavior index) (-)	R <sup>2</sup>
Kontrol (Control)	22.4±0.22 <sup>ab</sup>	0.41±0.002 <sup>ab</sup>	0.996
%50 KT (50% FS)	28.77±0.22 <sup>bc</sup>	0.36±0.002 <sup>bc</sup>	0.998
%100 KT (100% FS)	29.25±0.23 <sup>bc</sup>	0.35±0.002 <sup>c</sup>	0.997
%50 C (50% C)	18.33±0.31 <sup>a</sup>	0.44±0.004 <sup>a</sup>	0.990
%100 C (100% C)	33.1±1.29 <sup>c</sup>	0.49±0.002 <sup>c</sup>	0.987

Aynı sütundaki ortalamalar arasında farklı harfli değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ).  
 Different letters in the same column (a, b, c) indicate significant differences between means ( $P < 0.05$ ).

Çizelge 6. Keten tohumu ve çiya tohumu jelinin yumurta ikamesi olarak kullanımının örneklerin bileşimi üzerine etkisi

Table 6. The effect of using flaxseed and chia seed gel as egg replacers on the composition of the samples

Örnek (Sample)	Nem (%) (Moisture %)	Kül (%) (Ash %)	Protein (%) <sup>*</sup> (Protein %)	Ham Yağ (%) <sup>*</sup> (Crude Fat %)
Kontrol (Control)	45.95±0.44 <sup>a</sup>	1.88±0.08 <sup>a</sup>	7.48±0.46 <sup>c</sup>	9.84±0.22 <sup>b</sup>
%50 KT (50% FS)	47.63±0.03 <sup>b</sup>	1.94±0.06 <sup>a</sup>	6.1±0.07 <sup>b</sup>	9.11±2.02 <sup>ab</sup>
%100 KT (100% FS)	48.15±0.13 <sup>c</sup>	1.96±0.05 <sup>a</sup>	5.41±0.82 <sup>ab</sup>	9.37±1.01 <sup>b</sup>
%50 C (50% C)	49.54±0.09 <sup>d</sup>	1.99±0.03 <sup>a</sup>	5.47±0.18 <sup>ab</sup>	8.31±1.62 <sup>ab</sup>
%100 C (100% C)	49.85±0.24 <sup>d</sup>	1.98±0.02 <sup>a</sup>	4.4±0.26 <sup>a</sup>	6.85±0.31 <sup>a</sup>

Aynı sütunda bulunan değerler arasında farklı harf içeren örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ).

Different letters in the same column (a, b, c, d) indicate significant differences between means ( $P < 0.05$ ).

\*Kuru temelde \* Dry basis

Çizelge 7. Pankek örneklerinin doku profili sonuçları

Table 7. Texture profile results of pancake samples

Örnek (Sample)	Sertlik (g) (Hardness)	Esneklik (Springiness)	Yapışkanlık (Cohesiveness)	Sakızimsılık (Gumminess)	Çiğnenebilirlik (g) (Chewiness)	Elastiklik (Resilience)
Kontrol (Control)	2766.94±94 <sup>c</sup>	0.99±0.05 <sup>a</sup>	0.73±0.05 <sup>c</sup>	1786.55±283.66 <sup>ab</sup>	1768.68±277.46 <sup>ab</sup>	0.39±0.06 <sup>a</sup>
%50 KT (50% FS)	1917.3±220.64 <sup>ab</sup>	1.04±0.11 <sup>a</sup>	0.71±0.05 <sup>ab</sup>	1372.76±224.58 <sup>ab</sup>	1441.45±373.03 <sup>ab</sup>	0.36±0.04 <sup>a</sup>
%100 KT (100% FS)	3028.69±223.46 <sup>c</sup>	1.02±0.04 <sup>a</sup>	0.73±0.01 <sup>c</sup>	1929.83±384.90 <sup>b</sup>	1972.64±408.81 <sup>b</sup>	0.35±0.03 <sup>a</sup>
%50 C (50% C)	2128.01±94.52 <sup>b</sup>	0.95±0.02 <sup>a</sup>	0.7±0.04 <sup>ab</sup>	1451.43±518.85 <sup>ab</sup>	1386.91±516.81 <sup>ab</sup>	0.34±0.02 <sup>a</sup>
%100 C (100% C)	1495.08±208.93 <sup>a</sup>	0.92±0.04 <sup>a</sup>	0.63±0.05 <sup>a</sup>	1188.05±258.37 <sup>a</sup>	1095.396±202.97 <sup>a</sup>	0.30±0.05 <sup>a</sup>

Aynı sütunda bulunan değerler arasında farklı harf içeren örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ).

Different letters in the same column (a, b, c) indicate significant differences between means ( $P < 0.05$ ).

### Renk

Pankek örneklerinin iç ve dış renk karakteristiklerini ifade eden  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Örneklerin parlaklığını ifade eden  $L^*$  değerleri, iç ve dış kısım için en yüksek %50 çiya tohumu jeli içeren örneğe ait olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Örneklerin kırmızılığını ifade eden  $a^*$  değerleri incelendiğinde iç kısımda en çok %100 çiya tohumu jeli içeren örneğe ait olduğu belirlenmiş olup; bu durumun formülasyon içerisinde bırakılan çiya tohumlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Fernandes ve Salas-Mellado

(2017), kek örneklerinde yağ ikamesi olarak çiya jeli kullanımı sonucunda örneklerde çiya jeli oranı arttıkça kabuk  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde artış eğilimi,  $b^*$  değerinde ise anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir. Kek örneklerinin iç rengi ise çiya jeli oranı arttıkça  $L^*$  değerinde artış,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Kabuk renk değerlerinde ise çalışmalarda, keten tohumu içeren keklerin kontrol örneği ile kıyaslandığında  $L^*$  değerinde azalma gözlemlendiği,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde ise artış gözlemlendiği belirtilmektedir (Korus vd., 2015; Levent vd., 2020).

Çizelge 8. Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin iç ve dış renk değerleri

Table 8. Pancake crumb and crust color values of pancake samples prepared in different formulations

Örnek (Sample)	İÇ (Crumb)			DIŞ (Crust)		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Kontrol (Control)	68.69±1.52 <sup>bc</sup>	-0.85±0.19 <sup>ab</sup>	16.19±0.94 <sup>ab</sup>	44.06±3.01 <sup>a</sup>	10.85±1.14 <sup>c</sup>	28.34±3.17 <sup>a</sup>
%50 KT (50% FS)	66.78±0.93 <sup>b</sup>	-0.91±0.71 <sup>ab</sup>	17.01±1.83 <sup>c</sup>	51.42±1.96 <sup>b</sup>	8.20±0.36 <sup>bc</sup>	29.01±2.59 <sup>a</sup>
%100 KT (100% FS)	68.16±2.45 <sup>bc</sup>	-1.71±0.29 <sup>a</sup>	15.33±1.41 <sup>bc</sup>	61.87±3.33 <sup>c</sup>	4.45±2.61 <sup>a</sup>	27.26±5.24 <sup>a</sup>
%50 C (50% C)	72.74±1.96 <sup>c</sup>	-1.46±0.04 <sup>a</sup>	14.23±0.43 <sup>ab</sup>	62.32±0.82 <sup>c</sup>	6.05±1.00 <sup>ab</sup>	29.64±2.25 <sup>a</sup>
%100 C (100% C)	58.18±4.08 <sup>a</sup>	-0.26±0.59 <sup>b</sup>	13.05±0.23 <sup>a</sup>	48.61±3.46 <sup>ab</sup>	9.72±1.86 <sup>c</sup>	30.19±0.82 <sup>a</sup>

Aynı sütunda bulunan değerler arasında farklı harf içeren örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ).

Different letters in the same column (a, b, c) indicate significant differences between means ( $P < 0.05$ ).

### Duyusal Özellikler

Pankek örneklerinin duyuşsal karakteristikleri olan, renk, doku, görünüş, lezzet ve genel beğeni sonuçları Çizelge 9'da verilmektedir. Sonuçlar, çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli kullanımının örneklerin renk ve doku özellikleri üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur ( $P > 0.05$ ). %100 C örneği lezzet açısından panelistler tarafından en az puan alan örnek olmuştur ( $P < 0.05$ ). Pankek formülasyonuna çiya ve keten tohumu jellerinin artan oranlarda ilavesi ile genel beğenin azaldığı saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). Genel beğeni skalasında en beğenilen örnek kontrol örneği olmakla birlikte, %50 keten tohumu jeli içeren örnekle arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ). Benzer şekilde kek örneklerinde yumurta ikamesi olarak çiya tohumu (Borneo vd., 2010) ve keten tohumunun

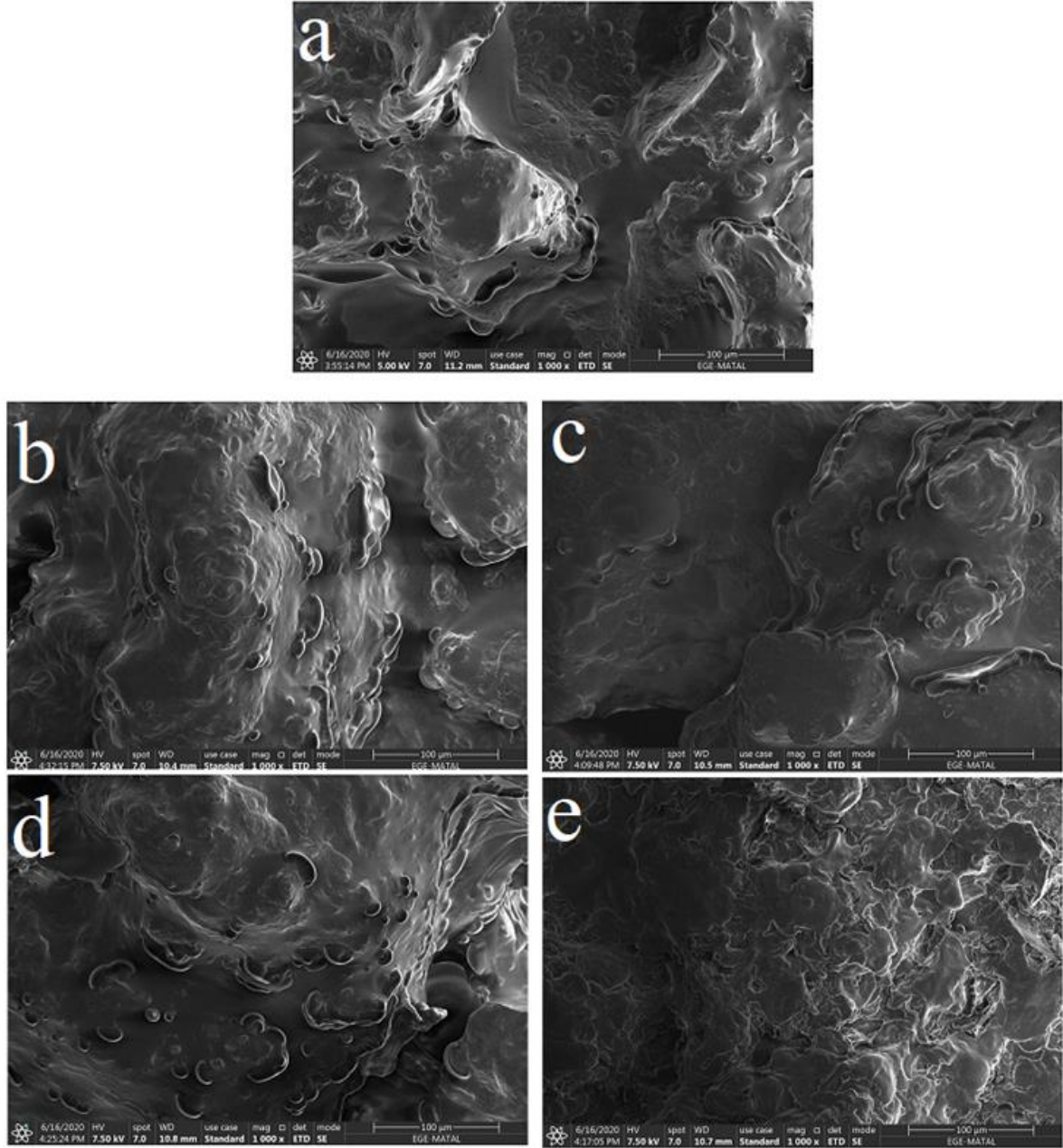
(Nugraheni vd., 2019) kullanılmasıyla genel beğeni değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

### SEM

Yumurta içeren ve içermeyen pankek örneklerinin makro ve mikro yapısının belirlenmesi amacıyla taramalı elektron mikroskobu kullanılmıştır. Farklı oranlarda kullanılan çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ile üretilen pankek örneklerinin x1000 büyütme oranı ile mikrografları Şekil 5'te verilmiştir. Pankek örneklerinin mikrografları incelendiğinde, çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli oranının artmasıyla, gözenekliliğin azaldığı görülmektedir. Formülasyondaki çiya tohumu jelinin artması ile örneğin daha katmanlı ve kırılğan bir yapı gösterdiği gözlemlenmiştir. %100 çiya tohumu jeli içeren örneğin diğer örnekler göre daha kırılğan olduğu görülmektedir. %100 keten tohumu jeli ile hazırlanan örnek ile %100

çiya tohumu ile hazırlanan örnek karşılaştırıldığında, %100 keten tohumu jeli içeren örneğin kontrol örneğine daha benzer olduğu gözlemlenmiştir. Paraskevopoulou vd. (2015)

tarafından yapılan çalışmada kek örneklerinde peynir altı suyu izolatu kullanılarak yumurta oranının azaltılması ile örneklerde gözenekliliğin azaldığı belirtilmiştir.



Şekil 5. Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri a) K, b) %50 KT, c) %50 C, d) %100 KT, e) %100 C

Figure 5. Scanning electron microscope images a) K, b) %50 FS, c) %50 C, d) %100 FS, e) %100 C

Çizelge 9. Farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren pankeklere ait duyuşsal analiz sonuçları

Table 9. Sensory properties of pancakes containing different proportions of chia seed gel and flaxseed gel

Örnek (Sample)	Görünüş (Appearance)	Renk (Color)	Doku (Texture)	Lezzet (Taste)	Genel Beğeni (Overall acceptance)
Kontrol (Control)	4.56±0.43 <sup>c</sup>	4.22±0.28 <sup>a</sup>	4.18±0.28 <sup>a</sup>	4.6±0.21 <sup>b</sup>	4.63±0.21 <sup>b</sup>
%50 KT (50% FS)	4.09±0.19 <sup>a</sup>	4.28±0.29 <sup>a</sup>	4.25±0.26 <sup>a</sup>	4.54±0.16 <sup>b</sup>	4.60±0.20 <sup>b</sup>
%100 KT (100% FS)	4.25±0.26 <sup>ab</sup>	4.31±0.26 <sup>a</sup>	4.18±0.28 <sup>a</sup>	4.43±0.33 <sup>b</sup>	4.02±0.30 <sup>a</sup>
%50 C (50% C)	4.4±0.21 <sup>bc</sup>	4.26±0.27 <sup>a</sup>	4.30±0.25 <sup>a</sup>	4.39±0.20 <sup>b</sup>	3.98±0.06 <sup>a</sup>
%100 C (100% C)	4.12±0.25 <sup>a</sup>	4.23±0.26 <sup>a</sup>	4.27±0.28 <sup>a</sup>	3.97±0.09 <sup>a</sup>	3.86±0.22 <sup>a</sup>

Aynı sütunda bulunan değerler arasında farklı harf içeren örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ).

Different letters in the same column (a, b, c) indicate significant differences between means ( $P < 0.05$ ).

## SONUÇ

Hayvansal protein kullanımına alternatif olarak bitkisel proteinlerden çiya tohumu jeli ve keten tohumu jelinin pankek örneklerinde yumurta beyazına alternatif olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Sonuçlar, üssel model kullanılarak örneklerin akış davranış özelliklerinin başarılı bir şekilde tanımlandığını ve örneklerin kayma ile incelen yapı gösterdiğini ortaya koymuştur. Tohum jellerinin yüksek su absorplama indeksine sahip olmasından dolayı pankek hamurlarının viskozite değerlerinde genel bir artış gözlemlenmiştir. Aynı zamanda tohum jellerinin yüksek su absorplama kapasitesine bağlı olarak pankek örneklerinin nem içeriklerinde kontrol grubu ile kıyaslandığında artış görülmektedir ( $P < 0.05$ ). Duyusal değerlendirme sonucunda örneklerin genel kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu belirlenmiş ve panelistler tarafından örnekler arasında renk ve doku açısından fark bulunamamıştır ( $P > 0.05$ ). Yumurta ikamesi olarak çiya ve keten tohumu jeli kullanımı hamur örneklerinin reolojik özelliklerini geliştirmekte ve yumurta alerjisi, vegan diyet tercihleri gibi nedenlerle yumurta tüketmeyen bireylerin tüketimine uygun, tamamen bitkisel kaynaklı yumurta ikamesi içeren pankek üretimi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak çalışma, yumurta beyazı ikamesi olarak çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli kullanımının yumurta ile benzer fonksiyonel özellikler gösterebileceğini ve pankek örneklerinde kullanımı için uygun ve ucuz bir alternatif olduğunu ortaya koymuştur. Son yıllarda fonksiyonel özellikleriyle ilgi çekmeye başlayan

bitkisel proteinlerden çiya ve keten tohumu ile yapılan çalışmalara yenilikçi bir çalışmayla katkı sağlanmıştır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarların makale ile ilgili başka kişiler veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## YAZAR KATKILARI

Şebnem TAVMAN ve Seher KUMCUOĞLU çalışma konusu belirleme, yöntem, makalenin yazımı ve danışmanlık kısımlarında katkı sağlamışlardır. Selen ERKOÇ, İpek ÖZCAN ve Esra ÖZYİĞİT analizlerin gerçekleştirilmesi, sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi, yorumlanması ve makalenin yazım aşamalarında görev almışlardır. Tüm yazarlar tarafından makalenin son hali okunmuş ve onaylanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Agrahar-Murugkar, D., Zaidi, A., Kotwaliwale, N., Gupta, C. (2016). Effect of egg-replacer and composite flour on physical properties, color, texture and rheology. nutritional and sensory profile of cakes. *J Food Qual*, 39(5): 425–435, doi: 10.1111/jfq.12224.
- Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y. (2015). *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. Sidas Medya, İzmir, Türkiye, 135s. ISBN:978-9944-5660-8-7.
- Borneo, R., Aguirre, A., León, A. E. (2010). Chia (*Salvia hispanica* L.) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *J the Am Diet Assoc*, 110(6): 946–949, doi: 10.1016/j.jada.2010.03.011.

- Boye, J. I., Aksay, S., Roufik, S., Ribéreau, S., Mondor, M., Farnworth, E., Rajamohamed, S. H. (2010). Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *Food Res Int*, 43(2): 537–54, doi: 10.1016/j.foodres.2009.07.021.
- Bozdogan, N., Kumcuoglu, S., Tavman, S. (2019). Investigation of the effects of using quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties. *J Food Sci Technol* 56, 683–694, doi: 10.1007/s13197-018-3523-1.
- Chen, H. H., Xu, S. Y., Wang, Z. (2006). Gelation properties of flaxseed gum. *J Food Eng*, 77(2): 295–303, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2005.06.033.
- Cho, E., Kim, J. E., Baik, B. K., Chun, J. B., Ko, H., Park, C., Cho, S. W. (2019). Influence of physicochemical characteristics of flour on pancake quality attributes. *J Food Sci Technol*, 56(3): 1349–1359, doi: 10.1007/s13197-019-03607-x.
- Choi, I., Han, O. K., Chun J., Kang, C. S., Kim, K. H., Kim, Y. K., Cheong, Y. K., Park, T. I., Choi, J. S., Kim, K. J. (2012). Hydration and pasting properties of oat (*avena sativa*) flour. *Prev Nutr Food Sci*, 17(1): 87–91, doi: 10.3746/pnf.2012.17.1.087.
- Coorey, R., Tjoe, A., Jayasena, V. (2014). Gelling properties of chia seed and flour. *J. Food Sci*, 79(5): e859–e866, doi: 10.1111/1750-3841.12444.
- Çetiner, M., Ersus-Bilek, S. (2018). Bitkisel protein kaynakları. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2): 111–126.
- Darwish, A., Khalifa, R. E., El-Sohaimy, S. A. (2018). Functional properties of chia seed mucilage supplemented in low fat yoghurt. *Alex Sci Exch J*, 39(3): 450–459, doi: 10.21608/asejaiqsae.2018.13882.
- Deng, Y., Chen, J., Huang, J., Yang, X., Zhang, X., Yuan, S., Liao, W. (2020). Preparation and characterization of cellulose/flaxseed gum composite hydrogel and its hemostatic and wound healing functions evaluation. *Cellulose*, 27: 3971–3988, doi: 10.1007/s10570-020-03055-3.
- El-Sayed, M. A., Shaltout, O. E., El-Difrawy, E. A. (2014). Production and evaluation of low fat cake containing flaxseed and okra gums as a fat replacer. *Alex J Food Sci Technol*, 11(1): 53–60, doi: 10.12816/0025350.
- Fajardo, C.A., Ross, A.S. (2015). Exploring relationships between pancake quality and grain and flour functionality in soft wheats. *Cereal Chem*, 92: 378–383, doi: 10.1094/CCHEM-08-14-0173-R.
- Fang, S., Qiu, W., Mei, J., Xie, J. (2020). Effect of sonication on the properties of flaxseed gum films incorporated with carvacrol. *Int J Mol Sci Artic*, (21): 1637, doi: 10.3390/ijms21051637.
- Fernandes, S., S., Salas-Mellado, M. (2017). Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chem*, 227 (2017): 237–244, doi: 10.1016/j.foodchem.2017.01.075.
- Finnie, S. M., Bettge, A. D., Morris, C. F. (2006). Influence of flour chlorination and ingredient formulation on the quality attributes of pancakes. *Cereal Chem*, 83(6): 684–691, doi: 10.1094/CC-83-0684.
- Gallo, L. R. D. R., Assunção Botelho, R. B., Ginani, V. C., de Lacerda de Oliveira, L., Riquette, R. F. R. ve Leandro, E. D. S. (2020). Chia (*Sabia hispanica L.*) gel as egg replacer in chocolate cakes: applicability and microbial and sensory qualities after storage. *J Culinary Sci Technol*, 18(1): 29–39, doi: 10.1080/15428052.2018.1502111.
- Gómez, M., Ronda, F., Caba11ero, P. A., Blanco, C. A., Rosell, C. M. (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocoll*, 21: 167–173, doi: 10.1016/j.foodhyd.2006.03.012.
- Gularte, A. G., de la Hera, E., Gómez, M., Rosell, C. M. (2012). Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *LWT-J Food Sci Technol*, 48(2012): 209–214, doi: 10.1016/j.lwt.2012.03.015
- Hargreaves, S. M., Zandonadi, R. P. (2018). Flaxseed and chia seed gel on characteristics of gluten-free cake. *J Culinary Sci Technol*, 16(4): 378–388, doi: 10.1080/15428052.2017.1394951.
- Hatamian, M., Noshad, M., Abdanan-Mehdizadeh, S., Barzegar, H. (2020). Effect of roasting treatment on functional and antioxidant



- properties of chia seed flours. *NFS J*, 21: 1-8. doi: 10.1016/j.nfs.2020.07.004
- Hrncic, M. K., Ivanovski, M., Cör, D., Knez, Z. (2020). Chia seeds (*Salvia Hispanica L.*): An overview-phytochemical profile, isolation methods and application. *Mol*, 25(1): 11, doi: 10.3390/molecules25010011.
- Incoronato, A. L., Cedola A., Conte, A., Del Nobile, M. A. (2020). Juice and by-products from pomegranate to enrich pancake: characterization and shelf-life evaluation. *Inst Food Scie Technol*, 56(6): 2886-2894, doi: 10.1111/ijfs.14926.
- İşleroglu, H. ve Yıldırım, Z. Y. M. (2005). Fonksiyonel Bir Gıda Olarak Keten Tohumu. *Gaziösmenpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2): 23-30.
- Kajla, P. Sharma, A., Sood D.R. (2015). Flaxseed-a potential functional food source. *J Food Sci Technol*, 52(4): 1857-1871, doi: 10.1007/s13197-014-1293-y.
- Kohrs, D. Heralds, T.J., Armanouni, F.M. Abu Ghoush, M. (2010). Evaluation of egg-replacers in a yellow cake system. *J Food Agric*, 22, 340–352.
- Koocheki, A., Mortazavia, S.A., Shahidia, F., Razavia, S.M.A., Taherian, A.R. (2009). Rheological properties of mucilage extracted from *Abyssum homolocarpum* seed as a new source of thickening agent. *J Food Eng*, 91(3): 490–496, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.09.028.
- Korus, J., Witczak, T., Ziobro R., Juszcak L. (2015). Linseed (*Linum usitatissimum L.*) mucilage as a novel structure forming agent in gluten-free bread. *LWT-J Food Sci Technol*, 62(2015): 257-264, doi: 10.1016/j.lwt.2015.01.040.
- Kumar, R. K., Bejkar, M., Du, S., Serventi, L. (2019). Flax and wattle seed powders enhance volume and softness of gluten-free bread. *Food Sci Technol Int*, 25(1): 66-75, doi: 10.1177/1082013218795808.
- Lee, S., Inglett, G. E., Carriere, C. J. (2004). Effect of nutrim oat bran and flaxseed on rheological properties of cakes. *Cereal Chem*, 81(5): 637-642, doi: 10.1094/CCHEM.2004.81.5.637.
- Levent, H., Sayaslan, A., Yeşil, S. (2020). Physicochemical and sensory quality of gluten-free cakes supplemented with grape seed, pomegranate seed, poppy seed, flaxseed and turmeric. *J Food Process Preserv*, 45(2): e15148, doi:10.1111/jfpp.15148.
- Mannucci, A., Castagna, A., Santin, M., Serra, A., Mele, M., Ranieri, A. (2019). Quality of flaxseed oil cake under different storage conditions. *LWT-J Food Sci Technol*, 104(2019): 84–90, doi: 10.1016/j.lwt.2019.01.035.
- McClements, D. J., Bai, L., Chung, C. (2017). Recent advances in the utilization of natural emulsifiers to form and stabilize emulsions. *Ann Rev Food Sci Technol*, 8: 205–236, doi: 10.1146/annurev-food-030216-030154.
- Mine, Y. (1995). Recent advances in the understanding of egg white protein functionality. *Trends Food Sci Technol*, 6(7): 225-231, doi: 10.1016/S0924-2244(00)89083-4
- Moreira, R., Chenlo, F., Torres, M. D. (2013). Effect of chia (*Sativa hispanica L.*) and hydrocolloids on the rheology of gluten-free doughs based on chestnut flour. *LWT-J Food Sci Technol*, 50(1): 160-166, doi: 10.1016/j.lwt.2012.06.008.
- Muñoz-González, I., Merino-Álvarez, E., Salvador, M., Pintado, T., Ruiz-Capillas, C., Jiménez-Colmenero, F., Herrero, A. M. (2019). Chia (*Salvia hispanica L.*) a promising alternative for conventional and gelled emulsions: technological and lipid structural characteristics. *Gels*, 5(2): 19, doi: 10.3390/gels5020019.
- Nugraheni, M., Sutopo-Purwanti, S., Handayani, T. H. W. (2019). Nutritional, physical and sensory properties of high protein gluten and egg-free cookies made with resistant starch type 3 *Maranta arundinaceae* flour and flaxseed. *Food Res*, 3(6): 658-663, doi: 10.26656/fr.201.
- Olivos-Lugo, B.L., Valdivia-López, M.Á., Tecante A. (2010). Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica L.*). *Food Sci Technol Int*, 16(1): 89-96, doi: 10.1177/1082013209353087.
- Özbek, T., Yeşilçubuk, N. Ş. (2018) Süper Besin: Chia Tohumu (*Salvia Hispanica L.*). *Beslenme ve*

- Diyet Dergisi*, 46(1): 90-96, doi: 10.33076/2018.BDD.292.
- Paraskevopoulou, A., Donsouzi, S., Nikiforidis, C. V., Kiosseoglou, V. (2015) Quality characteristics of egg-reduced pound cakes following WPI and emulsifier incorporation. *Food Res Int*, 69: 72–79, doi: j.foodres.2014.12.018.
- Rabetafika, H. N., Van Remoortel, V., Danthine, S., Paquot, M., Blecker, C. (2011). Flaxseed proteins: food uses and health benefits. *Int J Food Sci Technol*, 46(2): 221-228, doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02477.x.
- Ronda, F., Oliete, B., Gómez, M., Caballero, P.A., Pando, V. (2011). Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *J Food Eng*, 102(3): 272-277, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.09.001.
- Rosas-Mendoza, M. E., Coria-Hernández, J., Meléndez-Pérez, R., Arjona-Román, J. L. (2017). characteristics of chia (*Salvia hispanica* L.) seed oil extracted by ultrasound assistance. *J Mex Chem Soc*, 61(4): 326-335.
- Safdar, B., Pang, Z., Liu, X., Jatoi, M. A., Mehmood, A., Rashid, M. T., Ali, N., Naveed, M. (2019). Flaxseed gum: Extraction, bioactive composition, structural characterization, and its potential antioxidant activity. *J Food Biochem*, 43: e13014, doi: 10.1111/jfbc.13014.
- Safdar, B., Pang, Z., Liu, X., Rashid, M.T., Jatoi, M.A. (2020). Structural and functional properties of raw and defatted flaxseed flour and degradation of cynogenic contents using different processing methods. *J Food Process Eng*, 43: e13406, doi: 10.1111/jfpe.13406.
- Sharif, H. R., Williams, P. A., Sharif, M. K., Abbas, S., Majeed, H., Masamba, K. G., Zhong, F. (2018). Current progress in the utilization of nati and modified legume proteins as emulsifiers and encapsulants – A review. *Food Hydrocoll*, 76(Nomber 2017): 2–16, doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.01.002.
- Shevkani, K., Kaur, A., Kumar, S., Singh, N. (2015). Cowpea protein isolates: Functional properties and application in gluten-free rice muffins. *LWT-J Food Sci Technol*, 63(2): 927-933, doi: 10.1016/j.lwt.2015.04.058.
- Shi, Z., Yuan, B., Zhang, C., Zhou, M., Holmboe-Ottesen, G. (2011). Egg consumption and the risk of diabetes in adults, Jiangsu, China. *Nutr*, 27(2): 194–198. doi: 10.1016/j.nut.2010.01.012.
- Shih, F. F., Truong, V. D., Daigle, K. W. (2006). Physicochemical properties of Gluten-free pancakes from rice and sweet potato flours. *J Food Qual*, 29(1): 97–107, doi: 10.1111/j.1745-4557.2005.00059.x.
- Singh, R.P., Heldman, D.R. (2014). *Introduction to food engineering*, 4th Edition, Academic Press, Amsterdam, Netherlands, 155-160p. ISBN: 978-0-12-398530-9.
- Steffe J.F. (1996). *Rheological methods in food process engineering*, 2nd Edition. Freeman Press, East Lansing, USA, 294-348p.
- Tan, M.C., Chin, N.L., Yusof, Y.A., Tap, F.S., Abdullah, J. (2015). Improvement of eggless cake structure using ultrasonically treated whey protein. *Food Bioprocess Technol*. 8: 605, doi: 10.1007/s11947-014-1428-1.
- Tirgar, M., Silcock, P., Carne, A., Birch, E.J. (2017). Effect of extraction method on functional properties of flaxseed protein concentrates. *Food Chem*, 215: 417–424, doi: 10.1016/j.foodchem.2016.08.002.
- Uysal, R., Boyacı, İ. H., Sumnu, G. (2019). Determination of pasteurization treatment of liquid whole egg by measuring physical and rheological properties of cake cream. *J Food Process Eng*, 42: e13167, doi: 10.1111/jfpe.13167.
- Weipert, D. (1990). The benefits of basic rheometry in studying dough rheology. *Cereal Chem*. 67(4): 311–317.
- Yurt, M., Gezer, C. (2018). Chia tohumunun (*salvia hispanica*) fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda*, 43(3): 446-460, doi: 10.15237/gıda.GD17093.
- Zettel, V. Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. *Trends Food Sci Technol*, 80: 43-50, doi: 10.1016/j.tifs.2018.07.011