



T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ

**YUMURTA İKAMESİ OLARAK KULLANILAN BAZI BİTKİSEL ÜRÜNLERİN  
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Proje No: 21198**

Lisans Öğrencisi Katılımlı Araştırma Projeleri

**SONUÇ RAPORU**

**Proje Yürütücüsü:**

Prof. Dr. Şebnem TAVMAN  
Ege Üniversitesi/Gıda Mühendisliği

Eren Deniz KONAK  
Büşra YILMAZ  
Ege Üniversitesi/Gıda Mühendisliği

Haziran 2020  
İZMİR



## ÖNSÖZ

“Yumurta İkamesi Olarak Kullanılan Bazı Bitkisel Ürünlerin Teknolojik Özelliklerinin İncelenmesi” başlıklı bu proje kapsamı Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda gerçekleştirilmiştir. 21198 proje numaralı bu proje kapsamı, Lisans Öğrencisi Katılımlı Araştırma Projeleri kapsamında Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Çalışma kapsamında yumurta ikamesi olarak kullanılan çiya ve keten tohumlarının pankek örneklerinin kalitesine olan etkileri incelenmiştir. Farklı miktarlarda 5 çeşit keten, çiya ve yumurta formülasyonları hazırlanarak her bir tarif için 4 pankek örneği pişirilmiştir. Kek kalitesini belirlemek için bileşim, su aktivitesi, pH, pişirme verimi ve kaybı, hacim endeksi, tekstür, renk, duyuşsal değerlendirme, SEM, FTIR ve istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Bu proje çalışması kapsamında yapılan deneylerde; bileşim için kullanılan 5 farklı örneğin sonuç değerlerinin birbirine yakın olduğu, pH ve su aktivitesi analizleri sonucunda değerlerde fark gözlemlenmediği, aynı şartlarda pişirilen pankek örneklerinin pişirme kaybı değerleri %11-16 arasında değişirken, pişirme veriminde ise önemli bir fark görülmediği, tekstür analizinde esneklik, yapışkanlık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik, elastiklik özelliklerinin yumurta ikamesi ve yumurta kullanılan örneklerde birbirine benzer özellikler gösterdiği ,renk analizinde çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli kullanılan örneklerin kontrol örnekleriyle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.Uygulanan SEM (Taramalı Elektron Mikroskopisi) ve FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrometresi) analizler Ege Üniversitesi MATAAL (Merkezi AraştırmaTest ve Analiz Laboratuvarı)’dan hizmet alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu proje kapsamı kapsamında yapılan analizlerde; yumurta tüketmeyen bireylerin tüketimine uygun, tamamen bitkisel yumurta ikamesi içeren pankek üretimi gerçekleştirilmiştir.

İZMİR

25.06.2020

## İÇİNDEKİLER

|                                                                  | <u>Sayfa</u> |
|------------------------------------------------------------------|--------------|
| İÇİNDEKİLER .....                                                | ii           |
| TABLolar DİZİNİ.....                                             | v            |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                            | vi           |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                                    | vii          |
| 1. GİRİŞ.....                                                    | 1            |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ.....                                          | 3            |
| 2.1. Yumurta, Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri .....          | 3            |
| 2.1.1. Bileşim.....                                              | 3            |
| 2.1.2. Fonksiyonel Özellikler .....                              | 4            |
| 2.1.2.1. Emülsiyon Oluşturma .....                               | 4            |
| 2.1.2.2. Köpük Oluşturma .....                                   | 5            |
| 2.1.2.3. Jelleşme.....                                           | 5            |
| 2.1.3. Yumurtanın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri .....           | 5            |
| 2.1.4. Yumurta İkameleri .....                                   | 6            |
| 2.1.4.1. Yumurta İkamesi Olarak Kullanılan Bitkisel Ürünler..... | 7            |
| Acı bakla Tohumu .....                                           | 7            |
| Kolza Tohumu .....                                               | 8            |
| Meyve Ve Sebzeler .....                                          | 8            |
| Soya Lesitini .....                                              | 9            |
| 2.2. Çiya Tohumu ( <i>Salvia Hispanica</i> ) .....               | 9            |
| 2.2.1. Çiya Tohumunun Bileşimi.....                              | 9            |
| 2.2.2. Çiya Tohumun Sağlık Üzerine Etkileri .....                | 13           |
| 2.2.2.1. Çiya Yağ Asitleri ve Sağlık İlişkisi.....               | 13           |
| 2.2.2.2. Çiya Diyet Lifli ve Sağlık İlişkisi.....                | 13           |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.2.3. Çiya Antioksidanları ve Sağlık İlişkisi .....       | 14 |
| 2.2.3. Çiya Tohumunun Gıdalarda Kullanımı .....              | 14 |
| Fırıncılık Ürünleri .....                                    | 15 |
| Glutensiz Ürünler .....                                      | 16 |
| Süt Ürünleri .....                                           | 16 |
| Et ve Balık Ürünleri .....                                   | 16 |
| 2.2.4. Yumurta İkamesi Olarak Çiya Kullanımı .....           | 16 |
| 2.3. Keten Tohumu ( <i>Linum Usitatissimum L.</i> ) .....    | 17 |
| 2.3.1. Keten Tohumunun Bileşimi .....                        | 17 |
| 2.3.2. Keten Tohumunun Fonksiyonel Özellikleri .....         | 18 |
| 2.3.2.1. Emülsifiye Etme .....                               | 19 |
| 2.3.2.2. Köpük Oluşturma .....                               | 19 |
| 2.3.2.3. Jelleşme .....                                      | 20 |
| 2.3.3. Keten Tohumunun Sağlık Üzerine Etkileri .....         | 20 |
| 2.3.4. Keten Tohumunun Gıdalarda Kullanımı .....             | 21 |
| Unlu Mamullerde Kullanımı .....                              | 21 |
| Et Ürünleri Formülasyonlarında Kullanımı .....               | 21 |
| Süt Ürünleri Üretiminde Kullanımı .....                      | 22 |
| 2.3.5. Keten Tohumları Kullanılarak Yapılan Çalışmalar ..... | 22 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....                                  | 23 |
| 3.1. Materyal .....                                          | 23 |
| 3.2. Yöntem .....                                            | 24 |
| 3.2.1. Çiya jeli hazırlanması .....                          | 24 |
| 3.2.2. Keten tohumu jeli hazırlanması .....                  | 25 |
| 3.2.3. Kek örneklerinin hazırlanması .....                   | 25 |
| 3.2.4. Kek Kalitesinin Belirlenmesi .....                    | 27 |
| 3.2.4.1. Bileşim .....                                       | 27 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 3.2.4.2. Su aktivitesi tayini .....                 | 27 |
| 3.2.4.3. pH tayini .....                            | 27 |
| 3.2.4.4. Pişirme verimi ve pişirme kaybı .....      | 27 |
| 3.2.4.5. Hacim endeksi.....                         | 27 |
| 3.2.4.6. Tekstür (Doku).....                        | 28 |
| 3.2.4.7. Renk.....                                  | 28 |
| 3.2.4.8. Duyusal değerlendirme .....                | 28 |
| 3.2.4.9. SEM (Taramalı elektron mikroskopisi) ..... | 29 |
| 3.2.4.10. FTIR Analizi .....                        | 29 |
| 3.2.4.11. İstatistiksel analiz .....                | 29 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                       | 30 |
| 4.1. Bileşim.....                                   | 30 |
| 4.2. Su Aktivitesi .....                            | 33 |
| 4.3. pH Analizi.....                                | 33 |
| 4.4. Pişme Verimi ve Pişme Kaybı .....              | 34 |
| 4.5. Hacim İndeksi .....                            | 35 |
| 4.6. Tekstür.....                                   | 36 |
| 4.8. Duyusal Değerlendirme.....                     | 38 |
| 4.9. SEM (Taramalı Elektron Mikroskopisi).....      | 40 |
| 4.10. FTIR Analizi .....                            | 41 |
| 5. SONUÇ .....                                      | 44 |
| 6. REFERANSLAR.....                                 | 48 |

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2. 1 Tüm yumurta, yumurta kabuğu, akı ve sarısının da bulunan besin öğelerinin yüzde olarak içeriği .....           | 4  |
| Tablo 2. 2 iya tohumunun bileşimi .....                                                                                  | 10 |
| Tablo 2. 3 iya tohumlarının yağ asidi içeriği.....                                                                       | 11 |
| Tablo 2. 4 iya tohumlarının vitamin içeriği.....                                                                         | 12 |
| Tablo 2. 5 iya tohumlarının mineral içeriği.....                                                                         | 12 |
| <br>Tablo 3.1 Pankek Formülasyonu.....                                                                                    | 26 |
| <br>Tablo 4.1 Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin bileşimi.....                                        | 31 |
| Tablo 4.2 Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin su aktivitesi.....                                       | 33 |
| Tablo 4.3 Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek hamurlarının pH değerleri.....                                        | 34 |
| Tablo 4.4 Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin pişme verimi ve pişme kaybı .....                        | 35 |
| Tablo 4.5 Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin hacim indeksi.....                                       | 36 |
| Tablo 4.6 Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin tekstür analizi sonuçları .                              | 36 |
| Tablo 4.7 Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin iç ve dışının renk lm .....                          | 38 |
| Tablo 4.8 Farklı oranlarda iya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren pankeklere ait hedonik skala testi sonuçları..... | 39 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                             | <u>Sayfa</u> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 3. 1. Çiya tohumu jeli .....                                                                                                                                                          | 24           |
| Şekil 3. 2. Keten tohumu jeli.....                                                                                                                                                          | 25           |
| Şekil 3. 3. Pankek örneklerinin hazırlanması.....                                                                                                                                           | 26           |
| Şekil 4. 1. Pankek örnekleri .....                                                                                                                                                          | 32           |
| Şekil 4. 2. Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri a) %100 yumurta (K), b) %50 keten tohumu (F50), c) %50 çiya tohumu (C50), d) %100 keten tohumu (F100), e) %100 çiya tohumu (C100)..... | 41           |
| Şekil 4. 3. Çiya tohumu jelinin FTIR spektrumu .....                                                                                                                                        | 42           |
| Şekil 4. 4. Keten tohumu jelinin FTIR spektrumu .....                                                                                                                                       | 43           |

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

AACC- Amerikan Tahıl Kimyagerleri Birliği'nin onaylanmış yöntemleri (Approved methods of the American Association of Cereal Chemists)

ALA-  $\alpha$ - linolenik asit

ANOVA- Varyans Analizi (Analysis of variance)

AOAC- Resmi Tarım Kimyagerler Derneği (Association of Official Analytical Chemists)

DHA- Dokosaheksaenoik asit

EPA- Eikosapentaenoik asit

FALCPA- Gıda Alerjen Etiketleme ve Tüketiciyi Koruma Yasası

FTIR- Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrometresi

IDF- Çözünmeyen fraksiyon

LDL- Yüksek yoğunluklu lipoprotein

MATAL- Merkezi Araştırma Test ve Analiz Laboratuvarı

MEB- Milli Eğitim Bakanlığı

MEGEP- Mesleki Eğitim ve Öğretim Güçlendirme Projesi

SDF- Çözünür fraksiyon

SEM- Taramalı Elektron Mikroskopisi

USDA- Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (The United States Department of Agriculture)

## ÖZET

Gıda endüstrisinde çoğunlukla unlu mamül sektöründe ön planda yer alan ve birincil kaynak olarak kullanılan yumurta, gıdaya kazandırdığı özelliklerden dolayı önemli bir yere sahiptir. Protein, çoklu doymamış yağ asitleri, vitaminler ve mineraller gibi önemli besin içeriğine sahip hayvansal bir gıda olan yumurtanın, günümüzde yumurta alerjisi gibi rahatsızlıklara sahip insanlar için kısıtlı tüketim önerisi ve vegan diyet tercihinin artan popülerliği gibi nedenlerle tüketiminin azaldığı görülmüştür. Bu nedenle yumurta ikamesi olarak kullanılan bitkisel ürünlere ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmada yumurta ikamesi olarak kullanılan çiya ve keten tohumlarının pankek örneklerinde kalitesine olan etkileri incelenmiştir. Farklı miktarlarda 5 çeşit keten, çiya ve yumurta formülasyonları hazırlanarak (%50 keten tohumu jeli ve %50 yumurta, (F50); %100 keten tohumu jeli, (F100); %100 yumurta, (K); %50 chia tohumu jeli ve %50 yumurta, (C50); %100 çiya tohumu jeli, (C100)) her bir tarif için 4 pankek örneği pişirilmiştir. Kek kalitesini belirlemek için bileşim, su aktivitesi, pH, pişirme verimi ve kaybı, hacim endeksi, tekstür, renk, duyuşal değerlendirme, SEM, FTIR ve istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Yapılan deneylerde; bileşim için kullanılan 5 farklı örneğin sonuç değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. pH ve su aktivitesi analizleri sonucunda değerlerde fark gözlemlenmemiştir. Aynı şartlarda pişirilen pankek örneklerinin pişirme kaybı değerleri %11-16 arasında değişirken, pişirme verimi için uygulanan analiz sonucunda önemli bir fark görülmemiştir. Hacim endeksi 45,5 ile en yüksek değere %50 keten tohumu içeren örneklerde rastlanmıştır. Tekstür analizinde esneklik, yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik, elastiklik özellikleri ele alınmıştır. Sonuçlarda yumurta ikamesi ve yumurta kullanılan örneklerin birbirine benzer özellikler gösterdiği gözlemlenmiştir. Renk analizinde çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli kullanılan örneklerin kontrol örnekleriyle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme analizinde pankek örnekleri 10 adet yarı eğitilmiş panelistin katılımıyla test edilmiştir. Panelistlerin 5 farklı pankek örneğini görünüş, renk, doku, lezzet ve genel beğeni kategorilerinde puanlamaları istenmiştir. Bu analiz sonucunda çiya tohumu jeli ile yapılan pankekler keten tohumu jeli kullanılarak yapılan pankeklerle oranla daha fazla beğenilmiştir. Uygulanan SEM (Taramalı Elektron Mikroskopisi) ve FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi

Spektrometresi) Ege Üniversitesi MATAL (Merkezi Araştırma Test ve Analiz Laboratuvarı)'nda bulunan cihazlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. SEM analizinde pankek örneklerinin makro ve mikro yapısı incelenmiş ve sonucunda keten tohumu jeli örneklerinin çiya tohumu jeli örneklerine göre kontrol örneğine daha benzer olduğu gözlemlenmiştir. FTIR analizinde ise çiya ve keten tohumu jellerinin kimyasal bileşimleri karakterize edilmiştir. Analiz sonucu elde edilen spektrumların literatüre benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu proje kapsamında yapılan analizlerde; yumurta tüketmeyen bireylerin tüketimine uygun, tamamen bitkisel yumurta ikamesi içeren pankek üretimi gerçekleştirilmiştir.

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

## ABSTRACT

The egg which is mostly used in the bakery sector and used as the primary source, has an important place due to the properties it brings to the food in the food industry. It is seen that the consumption of egg, which is an animal food with important nutrient content such as protein, polyunsaturated fatty acids, vitamins and minerals, has decreased due to limited consumption recommendation for people with conditions such as egg allergy and increased popularity of vegan diet preferences. Therefore, herbal products are needed used as egg replacer. In this study, the effects of chia and flax seeds used as egg replacer on the pancake samples and their quality were investigated. 5 different types of flax, chia and egg formulations are prepared in different quantities (50% flaxseed gel and 50% egg, (F50); 100% flaxseed gel, (F100); 100% egg, (K); 50% chia seed gel and 50% egg, (C50); 100% chia seed gel, (C100)) and 4 pancake samples were cooked for each formulation. Composition, water activity, pH, baking yield and loss, volume index, texture, color, sensory evaluation, SEM, FTIR and statistical analyzes were performed to determine the cake quality.

In the experiments; the results of 5 different samples used for composition analysis were found to be close to each other. As a result of pH and water activity analysis, no difference was observed in the values. Pancake samples cooked under the same conditions and the baking loss values of varied between 11-16 %. There was no significant difference as a result of the analysis applied for baking efficiency. The highest index with volume index 45.5 was found in samples containing 50% flaxseed. In texture analysis, the properties of flexibility, stickiness, gumminess, chewiness, and elasticity were discussed. In the results, it was observed that egg replacer and the samples using eggs have similar characteristics. It was determined that the samples using chia seed gel and flax seed gel were similar to the control samples in color analysis. In the sensory evaluation analysis, pancake samples were tested with the participation of 10 semi-trained panelists. The panelists were asked to score 5 different pancake samples in the categories of appearance, color, texture, flavor and general taste. As a result of this analysis, pancakes made with chia seed gel were more appreciated than pancakes made with flax seed gel. The applied SEM (Scanning Electron Microscopy) and FTIR (Fourier Transform Infrared Spectrometer) were performed using the devices in Ege University MATAL (Central Research Test and Analysis Laboratory). In SEM analysis, macro and micro structure of pancake samples

were examined and as a result, it was observed that flax seed gel samples were more similar to control samples than chia seed gel samples. In FTIR analysis, chemical compositions of chia and flaxseed gels were characterized. It was observed that the spectrum obtained as a result of the analysis were similar to the literature. In this study, pancakes were produced which are suitable for the consumption of individuals who do not consume eggs and that contain completely herbal egg substitutes.

**Key words :** Egg replacers, herbal egg replacers, chia seed, flax seed.

## 1. GİRİŞ

Yumurta, Türk Gıda Kodeksi Yumurta Tebliği'ne göre; “*Gallus gallus var. domesticus* (evcil tavuk)’tan elde edilen ve doğrudan insan tüketimine sunulan veya yumurtalı gıdaların hazırlanmasına uygun olan yumurta” olarak tanımlanmıştır (TGKY, 2014). Yumurta birçok fonksiyonel özelliği ile gıda endüstrisinde kullanım alanı geniş bir gıdadır. Emülsiyon oluşturma, koagülasyon, köpük oluşumu ve stabilizasyonu, renk ve aroma oluşturma gibi fonksiyonel özellikleri pek çok gıda ürününün hazırlanmasında ve özellikle unlu mamullerin üretilmesinde kullanılan en önemli bileşenlerden biri olmasını sağlamaktadır (Frampton, 1997). Böylelikle son ürün üzerinde arzu edilen hacim, tekstür ve duyu özellikleri başta olmak üzere ürünün birçok kalite niteliğini iyileştirmektedir (Ratnayake ve ark., 2011).

Besleyici değeri yüksek olarak nitelendirilen yumurta, başta protein olmak üzere insan vücuduna alınması zorunlu birçok besin ögesini de içermektedir (Tayar ve ark., 2017). Yumurta akı ve sarısı farklı besin içeriklerine sahiptir. Yumurta akı protein içeriği olarak zengin; yumurta sarısı özellikle fosfolipid, lesitin, kolesterol ve sefalini yüksek miktarlarda içermektedir (Çelebi ve Karaca, 2006; Yüceer, 2012). Ancak yumurtanın yüksek besin değerleri içermesi her zaman olumlu bir durum olarak görülmemektedir. Örneğin yüksek kolesterol içeriğine sahip olması ile kolesterolce zengin gıdaların koroner kalp rahatsızlıklarına yol açan etkenlerin başında yer aldığı düşünülmektedir (Çakır ve Yalçın, 2004). Ayrıca Gıda Alerjen Etiketleme ve Tüketiciyi Koruma Yasası'na (FALCPA) göre, yumurta sekiz ana gıda alerjeninden biri olarak kabul edilmektedir. Birçok insan tarafından hem hastalıklar ve alerjen grubunda bulunmasından hem de depolama zorluğu, çevresel sürdürülebilirliği gibi bazı sebeplerden dolayı bitkisel kaynaklı gıdalar, yumurta gibi hayvansal kaynaklı gıdalara alternatif olarak görülmektedir (Grizio, 2016). Bu durum, araştırmacıların yumurtaya alternatif olarak gösterilen bitkisel ikamelerin üzerine yönelmelerini sağlamıştır. Bitkisel bazlı gıdaların yararlılığı ve özelliklerinin araştırılmasında bezelye proteini (Söderberg, 2013), acı bakla tohumu (Sironi ve ark., 2005), soya proteini ve unu (Ratnayake ve ark., 2011; Söderberg, 2013), bitkisel gıdalar (Ratnayake ve ark., 2011), çiya tohumu (Agrahar-Murugkar ve ark., 2016), keten tohumu (Uhlman ve Schumacher, 2014; Lee ve ark., 2004) ile gerçekleştirilmiş çalışmalar mevcuttur. Özellikle çiya ve keten tohumları uzun yıllardır gıda endüstrisi dahil olmak üzere çeşitli alanda da kullanılan bitkisel ürünlerdir (Palma ve ark., 1947; Tunçil ve Çelik, 2019; Taga ve ark., 1984; Coates&Ayerza, 1996; Goyal, 2014). Su ile karıştırıldıklarında tohum kabukları ile jel

oluşturma yeteneğine sahip olmaları ve zengin besin içerikleri ile yumurta ikamesi olarak kullanıma en uygun gıdalar arasındadır (Chen, 2006).

iya tohumları ve yan ürünleri, iyi bir linolenik yağ asidi (% 60), protein, mineral ve yüksek diyet lifi içeriği (% 18-30) kaynağıdır (Capitani ve ark. 2012). iya tohumunun içeriğindeki diyet lifi, kolesterolünün azaltılması, glisemik ve inslinemik tepkilerin modifikasyonu, bağırsak fonksiyonunda ve antioksidan aktivitede değişiklikler gibi yararlı sağlık etkileri içeren önemli bir bileşendir. iya tohumlarında bulunan diyet lifi, sağlık ve teknolojik bakış açısından gıdaya eklenmesi ile su tutma, jel oluşturma, yağ bağlama, kenetleme ve tekstür kazandırma özelliklerine sahip olması nedeniyle gıda endstirisinde oldukça önemlidir. (Brownlee, 2014; Rufino ve ark. 2011; Mudgil ve Barak, 2013; Mann ve Cummings, 2009; Robin ve ark. 2012; Elleuch ve ark., 2011).

Keten tohumu, 19. yüzyıla kadar kumaş ve kâğıt üretimi için kullanılan en eski ürünlerden biridir. Başlıca endüstriyel ürün tohum yağıdır ve a-linolelik asit içeriği açısından zengindir (Silva, 2017). Gıda endstirisinde öğütülmüş keten tohumunun ana avantajı karbonhidrat ve protein fraksiyonlarıdır. Keten tohumu jeli; viskoziteyi arttırmak, köpük ve protein bazlı emülsiyonları stabilize etmek, ekmek hacmini ve kalitesini korurken ekmeğin emilimini arttırmak, objektif ve öznel ekmek özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmek, kayma hızını etkilemek ve unlu mamullerde “gıda kıvamlaştırıcı” ve “iyileştirici ajan” özellikleri ile kullanılmaktadır (Goyal, 2014).

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Yumurta, Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri

#### 2.1.1. Bileşim

Yumurta, başta protein olmak üzere insan vücudunun ihtiyaç duyduğu birçok besin öğeleri açısından zengin olması nedeniyle insan beslenmesinde önemli olan gıdalardan bir tanesidir. Esansiyel besin öğelerini içermesi ve düşük enerji içeriğiyle birlikte “besleyici değeri yüksek” gıda olarak nitelendirilebilmektedir (Tayar ve ark. , 2017). Her yaştan birey için iyi bir protein, yağ, vitamin ve mineral kaynağıdır. Sindirilebilirliği yüksek, ucuz ve kolay temin edilebilen hayvansal kökenli bir gıdadır. Anar, 2016). Yumurtanın neredeyse tamamı insan vücudu tarafından kullanılarak vücut proteinine dönüşebilmektedir (Ratnayake ve ark.,2011). Yüksek biyolojik değere sahip olan yumurta proteini, insan vücudunun üretebildiği proteinin yanında diyet ile dışarıdan besinlerle alınması gereken, insan vücudu tarafından sentezlenemeyen aminoasitleri de yeterli miktarda içermektedir. İnsanların gereksinimi olan esansiyel aminoasitlerin yanı sıra 13 çeşit temel vitamin ve minerali de bulundurmaktadır. Özellikle kalsiyum, fosfor ve demir bakımından insan beslenmesinde önemli bir yer almaktadır. (Tayar ve ark. ,2017). Yumurta akı ve sarısı birbirinden farklı vitamin ve mineral madde içeriğine sahiptir Yumurtanın akı protein açısından zenginken, sarısı; yağ, A, D, E, K gibi vitaminler ve mineraller yönünden zengin bir kaynaktır (Yüceer, 2012). Ayrıca yumurta sarısı fosfolipidleri, özellikle lesitin, kolesterol ve sefalini yüksek miktarlarda içermektedir. Yumurta sarısı; vitamin A, D, E, tiyamin, riboflavin, biyotin, kolin ve pantotenik asit; yumurta akı ise niasin bakımından zengindir. Vitamin C ise yumurtada bulunmamaktadır. Ayrıca yumurta akında sodyum, potasyum, klor, kükürt ve magnezyum; yumurta sarısında ise başta demir olmak üzere bakır, kalsiyum, fosfor ve çinko daha fazla bulunmaktadır (Çelebi ve Karaca, 2006). Ayrıca yumurta akı lizozim, fosfataz ve katalaz gibi enzimler içermektedir. Bu enzimler arasında, lizozim yumurta akının yaklaşık %3,5'ini oluşturmakta ve antibakteriyel özellikleri nedeniyle gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Hui ve Sherkat, 2005). Yumurta bileşenleri tüm yumurtada, yumurta akında ve sarısında bulunan besin içeriği yüzde olarak Tablo 2.1.’ de gösterilmiştir.

**Tablo 2. 1** Tüm yumurta, yumurta kabuğu, akı ve sarısının da bulunan besin öğelerinin yüzde olarak içeriği (Tayar ve ark., 2017)

| <b>Unsurlar (%)</b> | <b>Tüm Yumurta</b> | <b>Kabuk</b> | <b>Ak</b> | <b>Sarı</b> |
|---------------------|--------------------|--------------|-----------|-------------|
| Ağırlık(g)          | 58,0               | 6            | 33        | 19          |
| Su                  | 65,6               | 1,6          | 87,9      | 48,7        |
| Kuru Madde          | 34,4               | 98,4         | 12,1      | 51,3        |
| Protein             | 12,1               | 3,3          | 10,6      | 16,6        |
| Yağ                 | 10,5               | Eser         | Eser      | 32,6        |
| Karbonhidrat        | 0,9                | -            | 0,9       | 1,0         |
| Mineraller          | 10,9               | 95,1         | 0,6       | 1,1         |

Fırıncılık endüstrisi de dahil olmak üzere birçok alanda yumurta veya yumurta bazlı ürünlere oldukça sık rastlanmaktadır. Yumurta tek olarak tüketilmesinin yanında pek çok gıdanın işlenmesinde emülgatör, nem tutucu, kabartıcı, renklendirici, aroma verici ve kalınlaştırıcı olma özellikleri nedeniyle katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca yumurtanın bileşen olarak renk ve aroma verme, köpük oluşturma, emülsiyon oluşturma, jelleşme, bağlayıcılık ve koagüle etme gibi özellikleri ile gıda ürünlerinin yapısında istenilen rengi, dokuyu ve hacmi sağlayarak tekstürü geliştirme gibi işlevleri ile birçok farklı gıda işleme alanında kullanılmaktadır (Ratnayake ve ark., 2011).

## **2.1.2. Fonksiyonel Özellikler**

### **2.1.2.1. Emülsiyon Oluşturma**

Yumurta sarısında farklı fazlarda yer alan protein yapıları bulunmaktadır. Bu proteinler yağlar ile bağ oluşturarak lipoproteinler şeklinde veya fosfoprotein şekli ile yumurta yapısında yer almaktadır. Bu yapılar çift faz bulundurması sebebiyle birbiri içinde karışmayan iki sıvıyı içeren emülsiyon (Kuhn ve Cunha, 2012) yapılarını emülsifiye özelliği ile homojen hale getirebilmektedirler. Bu özelliği ile gıda endüstrisinde yumurta sarıları koyulaştırma, bağlama gibi birçok işlem için kullanılabilmektedir (Yüceer, 2007).

### **2.1.2.2. Köpük Oluşturma**

Yumurtanın köpük oluşturma özelliği gıda sektöründe oldukça önemlidir. Yumurtanın köpürmesi için fiziksel kuvvet uygulanması gerekmektedir. Bu olayın asıl etkeni yumurtanın akıdır. Yumurta akının çırpılması sonucu içine hava kabarcıklarının girmesi ve bunların ince bir tabaka proteinle sarılarak kabarması olayına köpük adı verilmektedir (MEB, 2006).

### **2.1.2.3. Jelleşme**

Yumurta sarısı proteinlerinin önemli bir fonksiyonel özelliği olan jelleşme omlet, şekerleme benzeri gıda ürünlerinin reolojik ve dokusal özelliklerini belirlemektedir. Bunun yanında tüketicinin kabul edilebilirliğini etkileyen bir özelliktir (Kiosseoglou ve Paraskevopoulou, 2005).

### **2.1.3. Yumurtanın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

Sağlıklı ve dengeli beslenme için ihtiyaç duyulan enerji, protein, vitamin ve mineraller hayvansal ve bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır. Et, süt, yumurta gibi hayvansal gıdalar bitkisel gıdalara göre insan vücudu için gerekli besin maddelerini daha bol, dengeli ve daha fazla yararlanabilir şekilde içermeleri nedeniyle daha çok tercih edilen besinlerdir. Yumurta gerek ekonomik açıdan gerekse insan vücudunun gereksinim duyduğu hemen hemen tüm besin maddelerini en uygun miktar ve oranda içeren hayvansal gıda kaynaklarından biri olması nedeniyle insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Hayvansal gıda kaynağı olan yumurta, dünyanın her tarafında geçmişten günümüze insan beslenmesinde önemli bir hayvansal protein kaynağı olarak bulunmaktadır. Esansiyel amino asitlerce zengin olmasından dolayı balık, et ve süt gibi protein kaynağı olarak ele alınmaktadır. Biyolojik değer bakımından diğer gıda maddeleriyle karşılaştırıldığı zaman %95'lik sindirilebilirlik değeri ile ilk sırayı almaktadır (Çelebi ve Karaca, 2006).

Yumurtanın kalori değerinin düşük olması nedeniyle diyetlerde yer alması, biyolojik değerinin yüksek olması, kaliteli protein içermesi, vücutta onarım faaliyetlerini artırması, yara, yanık, cerrahi müdahale ile birçok enfeksiyonlu hastalıklarda tüketilmesi durumunda arzu edilen sonuçların daha hızlı alınması gibi önemli fonksiyonları bulunmaktadır (MEGEP, 2007).

Yumurta sarısı önemli bir fosfolipid kaynağıdır ve bol miktarda kolin içermektedir. Fosfolipidler beyin ve sinir dokusunun gelişim ve sağlığı için de gerekli olan ve doğal antioksidan özellik gösteren bileşenlerdir. Yumurta sarısı Alzheimer hastalığının önlenmesi ve tedavisi için gerekli olan fosfatidilkolin ve Siyanokobalamin (B12) vitamininin de en önemli doğal kaynağıdır (Morris ve ark., 2003). Yumurta kolesterol ve doymuş yağ asitlerince de zengin bir kaynaktır. Günümüzde yumurta tüketimi kolesterol içeriğinin yüksek olması sebebiyle azalmıştır (Çelebi ve Karaca, 2006). Tüketicinin azalmasına neden olan kolesterol vücutta bütün hücrelerin membranlarında bulunmakla birlikte membrana akışkanlık ve esneklik sağlamaktadır. Kolesterol aynı zamanda vücutta safra asitlerinin sentezinde de kullanılmaktadır. Kalsiyum, fosfor ve magnezyum gibi minerallerin bağırsaklardan emilimini sağlamakla beraber D vitamini ve birçok hormonun sentezlenmesinde büyük rol oynamaktadır. Bir lipid maddesi olan kolesterol sağlığımız için gereklidir; ancak insan vücudunun kendisi üretebildiği için dışarıdan gıda yoluyla alınmasına gerek yoktur (Erasmus, 1993).

Yumurta içeriğinde yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asidi bulundurmaktadır. Bunlar, omega-6 ve omega-3 olmak üzere iki çeşittir. Yumurtadaki n-3 yağ asitlerinin içeriğine a-linoleik asit (18: 3n-3), eikosapentaenoik asit (20: 5n-3), dokosapentaenoik asit (22: 5n-3) ve dokosaheksaenoik asitler (DHA) katkıda bulunmaktadır. DHA yumurtadaki ana n-3 yağ asididir (Hui ve Sherkat, 2005). Omega-3 yağ asitlerinin yüksek olması ile kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi ve azaltılmasının yanında bu yağ asitlerinin sinir sistemi gelişimi, normal büyüme gelişme ve erken dönemlerde zekâ gelişimi üzerine pozitif etkilerinin olduğu bilinmektedir (Karabulut ve Yandı, 2006). Diyet ile alınan omega-3 yağ asitleri, bağışıklık sisteminin bir parçası olan ve dokularda metabolizma sonucu oluşan artık maddeleri, mikropları, ölü hücreleri, okside olmuş lipid ve proteinleri vücuttan uzaklaştıran makrofaj hücrelerinin sayısını artırıp, aterosklerotik plak oluşumunu önleyerek kalp krizi riskini azaltmaktadır (Çelebi ve Karaca, 2006).

#### **2.1.4. Yumurta İkameleri**

Tavuk yumurtası, insan sağlığını korumak için gerekli olan önemli bir besin kaynağı olmasına rağmen, kişi başına yumurta tüketimi son kırk yılda sürekli olarak azalmaktadır. Değişen yaşam tarzları, daha fazla gıda ürünü seçeneği ve tüketicilerin sağlık bilincinin artması

yumurta tüketiminin azalmasına neden olan faktörlerden bazılarıdır. Yüksek yağ ve kolesterol kaynağı ile yumurta, diyet yağ alımının kontrolünde kolay bir hedef olmuştur. Nispeten yüksek kolesterol içeriği nedeniyle, yumurta, hem hayvan hem de insan deneylerinde özel bir diyet kolesterol kaynağı olarak kullanılarak yüksek kolesterolün bir simgesi haline gelmiştir. Bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlar, kolesterolün diyetle ilişkili kronik hastalıkların destekleyicisi olduğunu iddia etmiş ve bunun sonucunda insanları yumurta yerine yumurta besleyiciliğinde gıdalar aramaya ve tüketmeye yöneltmiştir (Hui ve Sherkat, 2005). Kolesterolün yanı sıra gıda alerjisi ve intoleransı da özellikle küçük çocuklarla birlikte yetişkinler arasında yaygın olarak görülmektedir. Bu anlamda tetikleyici olarak en sık rastlanılan iki gıda maddesi yumurta ve sütür (Eggesbo, 2011). Bu sebeple yumurta son yıllarda tüketim tercihi düşük gıdalar arasındadır.

Araştırma ve analizler sonunda yumurtanın, köpürme kabiliyeti, ısı ile pıhtılaşması, emülsifiye etme gibi fonksiyonel özelliklerini içerecek “yumurta ikamesi” olarak adlandırılan ürünler kullanılmaya başlanmıştır (Gardner, 1982). İkamelerin çoğu bağlayıcı ajanlar olarak işlev görmek ve pişmiş ürünün nemine, ağız hissine ve nihai dokusuna katkıda bulunmaktadır. Yumurta içeriğinin büyük bir kısmı yağ ve proteinlerden oluştuğu için yumurta ikameleri bu iki molekülün benzer kombinasyonlarını içermektedir (Johnson, 2013).

#### **2.1.4.1. Yumurta İkamesi Olarak Kullanılan Bitkisel Ürünler**

Gıda endüstrisinin yumurta alternatiflerine artan ilgisi ve kullanımı, alerjen azaltma, gıda güvenliğinin geliştirilmesi, daha sağlıklı beslenme profilleri daha kolay kullanım, depolama, düşük fiyat, fiyat değişiklikleri ve çevresel sürdürülebilirlik gibi birçok faktörden kaynaklanmaktadır. Bunlar, süt gibi hayvansal ürünlerden bitkisel kaynaklı alternatiflere yönelime neden olan sebepler arasındadır. Bitkisel esaslı alternatifler, yumurta ile ilgili temel sorunları atlatan hem tüketici hem de üretici faydaları sergilemekte birlikte bu alternatifler genellikle daha hesaplı olmaktadır (Grizio, 2016).

#### **Acı bakla Tohumu**

Acı bakla, baklagillerde bulunan protein miktarının yaklaşık iki katını içermektedir. Acı bakla kükürt içermekle birlikte aynı zamanda amino asit ve arginin kaynağıdır. Yüksek

derecede sindirilebilirliğe sahip esansiyel amino asitler arasında iyi bir dengeye sahiptir. Acı bakla içeriğindeki yağ asitleri, oleik ve linoleik yağ asitleridir. Tohumlar düşük miktarlarda yapısal polisakkaritler içermektedir. Acı bakla tohumları, diğer baklagiller gibi iyi bir vitamin ve fenolik bileşik kaynaklarıdır. Karotenoidler ve tokoferoller içermektedir (Klupsaite ve Juodeikiene, 2015).

### **Kolza Tohumu**

Kolza tohumu esasen bir yağ kaynağı olarak yetiştirilmekte ancak yağı alındıktan sonra kalan küspesi (kolza tohumu pres keki) iyi bir protein kaynağı oluşturmaktadır. Protein, kükürt, amino asitler açısından nispeten zengindir ve bu özelliği ile baklagil tohumlarına iyi bir takviye olabilmektedir. Ancak metionin içeriğinin yetersiz olması bağırsak sindirilebilirliğini düşürmektedir. Bu konuyla ilgili yayınlar az olmakla birlikte Partanen ve ark( 2006) tarafından yapılan bir çalışmada, tarla fasulyesi ve kolza tohumu besi yemi olarak kullanmıştır. Tarla fasulyesi ve kolza tohumu pres kekinin bir karışımının sadece kolza tohumundan oluşan yemlerden daha iyi sonuçlar verdiğini bulunmuştur. Ayrıca Thacker ve Qiao (2002) tarafından gerçekleştirilen bir uygulamada kolza tohumunun takviye olarak kullanılmasının iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Hanczakowska, 2014).

### **Meyve Ve Sebzeler**

Genellikle yumurta yerine kullanılabilir meyve ve sebzeler için muz, patates gibi bol nişasta içeriğine sahip meyve ve sebze püreleri, elma sosu, kabak veya kabak sosu olarak sıralanabilmektedir. Bunlar dışında çoğu meyve ve sebzeler de nişasta ve amiloz, pektin, amilopektin, selüloz ve hemiselüloz gibi polisakkarit içeriği bulunması sebebiyle yumurta yerine kullanılabilir bazı gıdalardır (Johnson, 2013). Bezelye küçük tohumlu; protein, nişasta, lif, vitamin ve mineral bakımından zengin önemli bir baklagil ürünüdür (Hoang, 2012). Diğer baklagil tohumları gibi, bezelye de protein açısından(% 18-30) zengindir ve ayrıca vitaminler, mineraller ve diyet lifi içermektedir (Klupsaite ve Juodeikiene, 2015). Bezelye, gıda proteinlerinin önemli bir kaynağıdır. İçerdiği başlıca proteinler globulin ve albüminlerdir. Globulin proteinleri, hem besin değerleri hem de gıda dokusuna katkıları nedeniyle birçok gıda maddesinde önemli rollere sahiptir. Globuler proteinlerin en önemli fonksiyonel özelliklerinden biri jelleşmedir. Bezelye unu genellikle tahıl unu ile karışım halinde bir protein bileşeni olarak

kullanılmaktadır. Bezelye un veya protein izolatı şeklinde bebek maması, fırın ürünleri ve kızarmış ürünler gibi birçok farklı gıda sisteminde değerlendirilmiştir. Yüksek jelleşme özelliklerine sahip oldukları gibi iyi bir emülgatör ve köpürme maddesi olduğu da kanıtlanmıştır (Hoang, 2012).

## **Soya Lesitini**

Lesitin daha çok bitkilerden ekstrakte edilen fosfolipitlerdir. Ayrıca yumurta sarısı ve süt gibi hayvansal gıda maddeleri lesitince oldukça zengin maddelerdir. Soya lesitinin kaynağı olarak çoğunlukla soya fasulyesi kullanılmaktadır. Gıda sektöründe emülgatör özelliğiyle katkı maddesi olarak da özellik göstermektedir (Hedayati, 2018).

## **2.2. Çiya Tohumu ( *Salvia Hispanica* )**

‘Çiya’ kelimesi Azteklerin dili olan Nahuatl’da ‘yağlı’ anlamına gelen chian veya chien’in çoğul halindeki İspanyolca bir uyarlamasıdır. “Chia” ismi İsveçli botanikçi Karl Linnaeus tarafından bulunmuştur (Muñoz,2013). Çiya bitkisi ilk olarak milattan önce 3500’lü yıllardan itibaren Maya ve Aztekliler tarafından tüketildiği bilinmektedir. Kolomb öncesi dönemde Orta Amerika’nın temel gıdalarından biri olduğu bilinmektedir (Peiretti ve Gai, 2009). Çiya çekirdekleri uzun bir süre Aztek kabileleri tarafından gıda, ilaç ve boya sağlamak amacıyla kullanılmıştır (Palma ve ark.,1947; Tunçil ve Çelik,2019; Taga ve ark., 1984; Coates&Ayerza, 1996). Çiya için en iyi yetiştirilme alanı tropikal bölgelerdir (Bresson ve ark., 2009). Sıcak ortamları ve nemli toprakları sevmekle birlikte ani değişen hava koşullarına karşı toleransı yok denecek kadar azdır (Busilacchi et al. 2013). Günümüzde ise çiya bitkisi ticari olarak özellikle Meksika, Bolivya, Arjantin, Ekvator ve Guatemala bölgelerinde yetiştirilmektedir (Coates ve Ayerza, 1996).

### **2.2.1. Çiya Tohumunun Bileşimi**

Çiya tohumları besleyici özelliği ile dikkat çekmektedir. Bileşiminde yüksek oranda esansiyel yağ asidi olan a-linolenik içermekte ve aynı zamanda klorojenik asit, kafeik asit, mirisetin, quercetin ve kaempferol gibi önemli konsantrasyonlarda birincil ve sinerjistik doğal antioksidanlara sahip olmaktadır (Chicco ve ark., 2009; Meester ve ark., 2008). Tohumların

ana özelliklerinden biri, toplam yağ içeriğinin % 75' ini temsil eden doğal bir omega-3 kaynağı olmasıdır (Taga ve ark., 1984). Ayrıca diğer meyve ve tohumlara kıyasla sindirim sisteminin sindiremediği daha fazla oranda diyet lifi içermektedir. Tohum sulu bir ortama yerleştirildiğinde, tohumu çevreleyen müsilajın bir polisakarit yaydığı gözlenmiştir (Muñoz ve ark., 2012). Bu müsilaj tüketiminin sindirime yardımcı olduğu ve tohumla birlikte besleyici bir besin kaynağı oluşturduğu bildirilmiştir. Ayrıca, çiya tohumu diğer tahıllara göre daha fazla protein içermekte ve glutensizdir. Toksik bileşen içermeyen bitki aynı zamanda önemli bir vitamin ve mineral kaynağıdır (Muñoz ve ark., 2013). Çiya tohumunun bileşimi Tablo 2.2'de gösterilmektedir (USDA, 2019) ;

**Tablo 2. 2** Çiya tohumunun bileşimi ( 100 g çiya tohumunda ) (USDA, 2019)

| Bileşen      | Miktar   |
|--------------|----------|
| Enerji       | 486 kcal |
| Su           | 5.8 g    |
| Protein      | 16.54 g  |
| Yağ          | 30.74 g  |
| Karbonhidrat | 42.12 g  |
| Lif          | 34.4 g   |
| Kül          | 4.8 g    |

Çiya tohumunun en önemli özelliklerinden biri, yüksek çoklu doymamış yağ asitleri içeriğidir. Çiya tohumu, herhangi bir bitkisel kaynağın bilinen en yüksek a-linolenik asit yağ (ALA) asit yüzdesini içermektedir (Ayerza ve Coates, 2011). Bu tür yağ asidi, insan vücudu tarafından üretilmediği için esansiyel yağ asitleri olarak kabul edilen uzun zincirli omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asitlere (DPA) insan vücudunda dönüştürülebildiği için diyet öncüsü olarak kabul edilmektedir (Calder ve Yaqoob, 2009). Çiya tohumları toplamda 3.33 g doymuş, 2.309 g tekli doymamış ve 23.665 çoklu doymamış yağ asidi içermektedir. Tablo 2.3'de çiya tohumlarındaki yağ asidi bileşimi gösterilmektedir (USDA, 2019) ;

**Tablo 2. 3** Çiya tohumlarının yağ asidi içeriği (USDA, 2019)

| <b>Yağ Asidi</b>            | <b>Miktar ( g )</b> |
|-----------------------------|---------------------|
| Linolenik asit (C18:3, ω-3) | 17.83               |
| Linoleik asit (C18:2, ω-6)  | 5.835               |
| Oleik asit (C18:1, ω-9)     | 2.203               |
| Palmitoleik asit (C16:1)    | 0.029               |
| Eikosenik asit (20:1)       | 0.046               |
| Palmitik asit (C16:0)       | 2.17                |
| Trans yağ asidi             | 0.14                |

Çiya tohumunun protein içeriği, mahsulün coğrafi konumuna ve büyüme koşullarına bağlı olarak % 15 ile % 23 arasında değişmektedir. Buğday, mısır, pirinç, yulaf ve arpa gibi geleneksel tahılların protein miktarlarını aşmakta ve gluten içermemektedir (Ayerza ve Coates, 2011). Ayrıca çiya tohumunu dokuz esansiyel amino aside de sahiptir ( Muñoz ve ark., 2013).

Çiya tohumlarındaki lif içeriği oldukça yüksektir. Çiya tohumları 100 g'da 34 g ile 40 g arasında diyet lifi içermektedir. Bu miktarda, çözünmeyen fraksiyon (IDF) yaklaşık % 85-93'ü temsil ederken çözünür fraksiyon (SDF) % 7 ile % 15 arasındadır (Tecante ve ark., 2008).

Çiya tohumları, iyi bir B vitamini kaynağıdır. Diğer tahıllarla karşılaştırıldığında, mısır, soya fasulyesi ve pirinçten daha yüksek niasin içeriğine sahiptir. Tiamin ve riboflavin içeriği ise, pirinç ve mısırdaki bulunan miktarlara benzerdir. Çiya tohumları aynı zamanda mükemmel bir mineral kaynağıdır. Magnezyum, demir, çinko ve bakırın yanı sıra; 100 g sütün 6 kat daha fazla kalsiyum, 11 kat daha fazla fosfor ve 4 kat daha fazla potasyum içermektedir. Çiya'nın demir içeriği, diğer demir minerali bol gıdaların çoğuna kıyasla oldukça yüksek olmakla birlikte ıspanaktan 6 kat, mercimekten 1.8 kat ve karaciğerden 2.4 kat daha fazla demire sahiptir (Beltrán ve Romero, 2003). Çiya tohumlarının vitamin içerikleri Tablo 2.4'te ve mineral içeriği ise Tablo 2.5'te gösterilmektedir (USDA, 2019) ;

**Tablo 2. 4** Çiya tohumlarının vitamin içeriği (100 g çiya tohumunda) (USDA, 2019)

| <b>Vitamin</b>                      | <b>Birim</b> | <b>Miktar</b> |
|-------------------------------------|--------------|---------------|
| C Vitamini ( toplam askorbik asit)  | mg           | 1.6           |
| Tiamin                              | mg           | 0.62          |
| Riboflavin                          | mg           | 0.17          |
| Niasin                              | mg           | 8.83          |
| Folat                               | µg           | 49            |
| A vitamini                          | IU           | 54            |
| E vitamini ( $\alpha$ -tocopherol ) | mg           | 0.5           |

**Tablo 2. 5** Çiya tohumlarının mineral içeriği (100 g çiya tohumunda) (USDA, 2019)

| <b>Mineral</b>         | <b>Miktar (mg)</b> |
|------------------------|--------------------|
| <b>Makroelementler</b> |                    |
| Kalsiyum               | 631                |
| Potasyum               | 407                |
| Magnezyum              | 335                |
| Fosfor                 | 860                |
| <b>Mikroelementler</b> |                    |
| Selenyum (µg )         | 55.2               |
| Bakır                  | 0.924              |
| Demir                  | 7.72               |
| Mangan                 | 2.723              |
| Sodyum                 | 16                 |
| Çinko                  | 4.58               |

Çiya tohumu, önemli işlevlere sahip olan bir dizi antioksidan içermektedir. En önemlileri arasında fenolik bileşikler olan tokoferoller yer almaktadır. Bu bileşikler birincil ve sinerjik antioksidanlardır ve çiya'nın antioksidan aktivitesine orantılı olarak daha fazla katkıda bulunmaktadır. Çiya tohumlarında bulunan diğer başlıca fenolik bileşikler klorojenik ve kafeik asittir. Bunları mirisetin, quercetin ve kaemperol gibi diğer fenolik bileşikler takip etmektedir (Fernández ve ark., 2006).

## **2.2.2. Çiya Tohumun Sağlık Üzerine Etkileri**

Dünya çapında halk sağlığına yönelik endişelerin artması dolayısıyla çoklu faydalı gıdaların tercihi ve tüketimi yükseliş göstermektedir. Her geçen gün çiya tohumuna besleyici özelliği ve sağlığa faydalı içeriği nedeniyle ilgi artmaktadır.

### **2.2.2.1. Çiya Yağ Asitleri ve Sağlık İlişkisi**

Çiya tohumu esansiyel yağ asitleri içeriğince oldukça zengin bir besin kaynağıdır. Esansiyel yağ asitleri yaşam için mutlaka gerekli olan ve vücut tarafından sentezlenemediği için diyetle alınması gerekli olan yağ asitleridir (Mol, 2007). Çiya tohumu yağının %55-60'ı  $\alpha$ -linolenik (omega-3) ve %18-20'si linoleik (omega-6) yağ asitlerinden oluşmaktadır. Çiya tahılında özellikle omega 3 ve 6 yağlarının varlığı sağlık açısından önemini kuvvetlendirmektedir. Bu yağ asitleri insan vücudunda çok önemli etkilere sahiptirler. Kan damarları ve diğer vücut fonksiyonlarını kontrol etmekle birlikte metabolizma üzerindeki yararlı etkileri bulunmaktadır (Gogus, 2010). Omega-3 yağ asidi, vücutta EPA ve DHA şeklinde metabolize olmaktadır. EPA'nın daha çok kalp-damar hastalıklarının önlenmesinde etkili olduğu, DHA'nın ise beyin ve sinir gelişimi için gerekli olduğu tespit edilmiştir. Beyin hücrelerinde DHA seviyesinin düşmesi, depresyon, hafıza kaybı, Alzheimer, şizofreni ve görme bozuklukları gibi problemlerin de ortaya çıkmasına neden olduğu belirtilmektedir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu, 2012). En önemlisi, yüksek miktarda omega-3 içeren çiya tohumu tüketiminin kalp-damar hastalıkları ve kansere karşı koruyucu etkisinin olmasıdır. Bunun yanında serum trigiserid ile LDL kolesterolün düşürülmesinde, kan pıhtılaşması riskinin azaltılmasında ve bağışıklık sisteminin kuvvetlendirilmesinde faydalıdır (Turan ve ark., 2013). Omega 3 ve omega 6 içeriklerinin yüksek olmasının yanında önemli bir nokta da n-6/n-3 oranlarıdır. Bu oran çiya da 0,29 olarak bulunmuştur. Düşük n-6/n-3 yağ asidi oranı kardiyovasküler hastalıkların görülme riskinin azalması ile ilişkilendirilmiştir (Erdoğan, 2019).

### **2.2.2.2. Çiya Diyet Lifi ve Sağlık İlişkisi**

Çiya tohumu, lif içeriği olarak da oldukça yüksek bir değere sahiptir. Gıdalarda ve özellikle de tahıllarda bulunan diyet lifi, potansiyel sağlık yararı nedeniyle önemli bir

bileşendir. Çiya tohumları, her 100 g için 34- 40 g diyet lifi içermekte ve bu değer bugünkü önerilen değer % 100' üne eşdeğer olmaktadır. Bu lif miktarının % 7-15' u suda çözünmekte ve müsilağın bir parçasını oluşturmaktadır (Tecante ve ark., 2008). Lif içeriği kinoa, keten gibi diğer tahıllarla karşılaştırıldığında çiya tohumlarında daha yüksektir (USDA, 2018). Lif içeriğinin yüksekliği birçok kardiyovasküler rahatsızlığın önlenmesine yardımcı etkide bulunmaktadır. Çok sayıda araştırma çalışması, tip 2 diyabet riski ve çeşitli kanser türleri gibi hastalıklara karşı lif tüketiminin etkisini göstermiştir. Öte yandan, diyet lif tüketimi, yemek sonrası tokluk ile ilişkili olmakla birlikte yemek sonrası açlığı azaltmaktadır (Lattimer ve Haub, 2010).

### **2.2.2.3. Çiya Antioksidanları ve Sağlık İlişkisi**

Çiya tohumları aynı zamanda fenolik madde ve antioksidan içeriği açısından zengindir. Fenolik madde içermesiyle insan sağlığında; tümör oluşumunu engelleyici özellik, ödem giderici ve alerjik reaksiyonlara karşı etki gösterdiği de belirlenmiştir (Hertog et al. 1993).

Antioksidanlar, insan sağlığında serbest radikallerle reaksiyona girip hücrelere zarar vermelerini önleyerek hücrelerin anormalleşmesine bağlı tümör oluşum risklerini azaltmakta, hücre yıkımını da yavaşlatıp, daha sağlıklı yaşam şansını artırmak gibi faaliyetlerde bulunmaktadır. Ayrıca antioksidan maddeler, savunma sistemini harekete geçirmek için organizmalar tarafından kullanılmaktadır (Radak et al. 2008). Aerobik hücrelerde oksijen radikalinin zararına karşı savunmada rol oynamakta ve yaşlanmaya bağlı belirtileri azaltmada etkilidir (Ciriolo et al. 1991). Çiya tohumunda bulunan bu bileşikler, ferulik asit, C vitamini (askorbik asit) ve E vitamini (a-tokoferol) bileşiklerinden çok daha güçlü antioksidan özelliklere sahiptir (Fernández ve ark., 2006).

### **2.2.3. Çiya Tohumunun Gıdalarda Kullanımı**

Gıda endüstrisinde çiya tohumlarından; su tutucu, emülsifiyer ajan, kıvam artırıcı ve köpük stabilizatörü olarak kullanılmak amacıyla tohumlarının bütün halde, öğütülerek, su içinde jel halinde veya kuru olarak eklenmesi ile fonksiyonlarından yararlanılmaktadır (Zettel ve ark., 2018; Hrnčič ve ark, 2020). Çiya tohumları suyu kendi kütlelerinden 12 kat daha fazla miktarda emebilmektedir. Bu nedenle çok iyi bir su tutma kapasitesine sahiptir (Munoz ve ark.,

2012). Çiya tohumlarının jeli, pişmiş ürünlerde yağ veya yumurta yerine kullanılabilir. Özellikle unlu mamullerde viskozite geliştirme kapasitesine sahip olduğu için yağ ikame edici olarak işlev görebilmektedir (Vázquez-Ovando, 2009). Bu uygulama, son ürünlerin kalorisini ve yağ içeriğini azaltmaktadır. Ürünün yağ içeriğinde ise omega-3 yağ asitlerinin oranı artmaktadır (Killeit, 2019).

Çiya tohumları öğütülmediğinde, uzun süre saklanabilmektedir. Bu öncelikle endospermi çevreleyen kabuktan ve yağ asitlerini oksidasyona karşı koruyan yüksek antioksidan içeriğinden kaynaklanmaktadır (Ixtaina ve ark., 2012). Dünyanın çeşitli ülkelerindeki gıda endüstrisinde, çiya tohumlarına dayalı veya onlarla güçlendirilmiş çeşitli ürünler üretilmektedir. Bunlar; kahvaltılık gevrekler, kurabiyeler, kekler, meyve suları, yoğurtlar, soslar, reçeller ve konserveleri içermektedir (Valdivia-López ve Tecante, 2015). Çiyanın gıda ürünlerinde yağ veya yumurta ikamesi olarak endüstriyel kullanımının, teknolojik veya fiziksel özelliklerini önemli ölçüde etkilemediği bulunmuştur (Killeit, 2019).

## **Fırıncılık Ürünleri**

Öğütülmüş Çiya son zamanlarda kek ve ekmek gibi unlu mamüllerde kullanılmaktadır. Çiya, tam tohum olarak, ıslak veya kuru olarak ya da un haline getirilerek kullanılabilir. Fırıncılık ürünlerinde kullanımının ana amacı besleyici özelliğinden faydalanmaktır. Ekmeklerde % 10 oranında kullanılan çiya unu ekmeklerin spesifik hacminde veya toplam flavonoid içeriğinde herhangi bir değişikliğe yol açmazken nem, yağ, diyet lifi ve toplam fenolik içeriğinde artış ve karbonhidrat içeriğinde düşüş sağlamıştır (Costantini ve ark., 2014). Çiyayı buğday veya arpa ile birleştirerek ekmek pişirmek, ekmeklerin lifle zenginleştirilmesi amacıyla yapılmaktadır (Švec & Hrušková, 2017). Çiya unu hamurunun fermantasyonu, çiya unu ile desteklenen buğday ekmeği için teknolojik ve fırınlama sonuçlarını olumlu yönde geliştirmektedir. Beyaz ekmeklerin diyet lifi içeriği, ekmek formülasyonuna %5 çiya tohum ilavesiyle normalden yaklaşık % 50 artmıştır. Ancak hamur viskoelastik özelliklerindeki değişiklikler ve kalitenin kötüleşmesi sebebiyle tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği düşük olmaktadır. Ayrıca çiya tohumları jel haline getirilerek yumurta ve yağ ikamesi olarak da görev almaktadır (Zettel ve Hitzmann, 2018).

## **Glutensiz Ürünler**

Çiya, glutensiz ürünlerde özellikle ekmeklerde besleyici özelliği arttırmak amacıyla kullanılabilir. Glutensiz ekmeklerde besleyicilik oldukça düşüktür. İkame olarak kullanılan gıdalarda glutene kıyasla yağ ve tuz oranı daha fazla, vitamin ve mineral oranı ise daha düşük olabilmektedir. Çözünür lif içeriği nedeniyle çiya tohumları, glutensiz ekmekler için teknolojik olarak ürünün geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Pellegrini ve Agostoni, 2015). Coorey ve ark.(2012) tarafından yapılan çalışmada cipslere alternatif olması için çiya unu kullanarak; yüksek omega- 3 ve yüksek diyet lifi içeren glutensiz cips elde etmişlerdir. Farklı miktarlarda çiya unu kullanılarak yapılan cipslerin renk, koku ve görünüşleri arasında farklılık bulunmamıştır.

## **Süt Ürünleri**

Çiya tohumunun son dönemlerde süt ürünlerinde kullanımı artmaktadır. Dondurmadaki  $\omega$ -3 yağ asitleri miktarı, çiya yağının olein fraksiyonu ile 30 gün depolama süresine kadar olumsuz etkileri olmaksızın artmıştır (Syeda Shaista ve Shruti,2017).

## **Et ve Balık Ürünleri**

Et ürünleri içeriği de çiya tohumları ile güçlendirilebilmektedir. Heck ve ark.(2017) tarafından yapılan çalışmada az yağlı burgerlar, yağın %50'sini ikame eden çiya yağı mikropartikülleri ile üretilmiştir. Çalışma sonucunda ürün tadında bazı olumsuzluklar ile karşılaşılırken, pişirme kaybı ve yağ salınımında olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir (Heck ve ark., 2017) .

### **2.2.4. Yumurta İkamesi Olarak Çiya Kullanımı**

Yumurta fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri nedeniyle gıda hazırlamada çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Yumurtalar tarafından taşınan en önemli özellikler emülsifiye edici, köpürten ve jelleştirici olmalarıdır. Bu üç özelliği, ana proteini albümin olması sebebiyle yumurtanın en alerjenik kısmı olan yumurta akı sağlamaktadır (Paraskevopoulou ve ark., 2015; Gallo ve ark., 2020).

Çiya jeli, iyi reolojik ve duyuşsal özellikler oluşturmaları, mükemmel stabilite ve emülsifiye edici aktivite sunması sebebiyle potansiyel bir yumurta ikamesidir (Gallo ve ark., 2020). Borneo ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, keklerde Çiya jeli yumurta ikamesi olarak kullanılmıştır. Çiya jeli yumurta ikamesi olarak, % 25, %50 ve %75 oranlarında kek formülasyonlarında denenmiş, pişirilen son ürünler kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada yapılan analizlere göre, çiya jelinin yumurta ikamesi olarak kullanılması kekin fonksiyonel özelliklerini etkilememiştir. Çiya jeli ile yapılan kekin son ağırlığının kontrol örneğine göre çok küçük farklılıklar içerdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle çiya jelinin yumurta ikamesi olarak kullanılması ile ürün verimi etkilenmemektedir. Önemli bir fonksiyonel özellik olan kek hacmi, çiya jelinin kullanılmasından etkilenmiştir. İkame oranı arttıkça, kekler pişirildikten sonra daha az hacim vermiş, bunun sonucunda ürünün daha az kabarmasına ve daha yoğun olmasına neden olmuştur. İkame seviyeleri arttıkça ürünün simetrisinin değişmeden kaldığı tespit edilmiştir. Yapılan duyuşsal analizler sonucunda, panelistlerin %50 ve %75 oranındaki çiya jelinin ikame olarak kullanıldığı keklerde farklılıkların anlaşılabilir düzeyde olduğunu, %25 oranında yumurta ikamesi ile yapılan keklerde önemli düzeyde fark olmadığı belirtilmiştir. Analizin sonunda en yüksek beğeniyi kontrol keki almıştır.

### **2.3. Keten Tohumu (*Linum Usitatissimum* L.)**

Keten tohumu (*Linum usitatissimum* L.), Linaceae bitki ailesinin *Linum* cinsine ait yıllık bitkidir. Çiçekleri mavi renktedir ve altın sarısı ile kırmızımsı kahverengi arasında değişen küçük ve yassı tohumlara sahiptir (Kajla, 2014). Tamamen farklı bir yağ profiline sahip olan bu iki tohum türünden sarı olan tür solin (ticari adı Linola) adı verilen,  $\omega$ -3 yağ asitlerinde çok düşük olan türdür. Kahverengi keten ise genellikle boyalar, vernik, lif ve sığır yemlerinde bir bileşen olarak daha verimli özellikler gösterdiği bilinmektedir (Goyal, 2014). Keten tohumunun adı Latince’de ‘*Linum usitatissimum*’ “çok yararlı” anlamına gelmektedir. Medeniyetin başlangıcından bu yana yetiştirilen en eski ürünlerden biridir (Goyal, 2014). Keten tohumu dünyanın birçok ülkesinde yetiştirilen bir gıda ürünüdür (Nwachukwu, 2018). İlk olarak giyim için lif üretmek amacıyla Amerika Birleşik Devletleri’nde tanınmıştır (Goyal, 2014). Günümüzde ise en büyük keten tohumu üreticisi Kanada olup bunu ABD, Hindistan ve Çin izlemektedir (Nwachukwu, 2018).

#### **2.3.1. Keten Tohumunun Bileşimi**

Keten tohumu, besin içeriği zenginliği ve birçok rahatsızlığa olumlu etkileri sebebiyle fonksiyonel gıda olarak nitelendirilmiştir (Rajiv, 2012). Keten tohumu kimyasal bileşimi, büyüyen ortama, genetik ve işleme koşullarına bağlıdır. Fonksiyonel gıdalar arasında keten tohumu, alfa-linolenik asit, lignanlar, yüksek kaliteli protein, çözünür lif ve fenolik bileşiklerin iyi bir kaynağı olan potansiyel gıda olarak ortaya çıkmıştır (Kajla, 2015).

Keten tohumu yağ içeriği açısından oldukça zengindir. Kütlesinin yaklaşık % 32-45'ini içermektedir. Bunun %51-% 55'i a-linolenik asit (ALA); %15-% 18'i linoleik asittir (Prasad, 2009).

Keten tohumu proteinleri aminoasitce iyi bir metionin ve sistein kaynağıdır. Protein içeriği genetiksel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Soğukta gelişme koşulları düşük protein, sıcakta gelişme koşulları ise yüksek protein içeriğine neden olmaktadır (İşleroğlu vd 2005). Keten tohumu proteini arginin, aspartik asit ve glutamik asit bakımından zengin olmakla birlikte lizin ise sınırlıdır. Aynı zamanda yüksek sistein ve metiyonin içeriği antioksidan seviyelerini iyileştirmektedir (Kajla, 2015).

Keten tohumu 100g'da yaklaşık 28g diyet lifi içeriği sebebiyle iyi bir lif kaynağıdır. Keten tohumunun fibröz kabuğu tohum ağırlığının %30-39'unu oluşturmakta ve çok az miktarlarda protein ve yağ içerirken polisakkarit açısından ise zengindir. Musilaj heterojenik bir polisakkarit olup keten tohumunun çözünebilir lif fraksiyonunun büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Keten tohumu lifinin yaklaşık %24'ünü suda çözünebilir fraksiyon oluşturmaktadır (İşleroğlu ve ark., 2005). Gıda sektöründe yumurta ikamesi olarak kullanılmasının en önemli nedenlerinden biri de nötral polisakkaritlerden oluşan müsilaj içeriğidir (Tirgar, 2017). Keten tohumunun kuru ağırlığının %8 ini müsilaj içermektedir. Müsilaj suda çözünerek düşük konsantrasyonlarda jel oluşturmaktadır. Koyulaştırıcı, stabilize edici madde olarak da kullanılmaktadır (İşleroğlu ve ark., 2005).

### **2.3.2. Keten Tohumunun Fonksiyonel Özellikleri**

Keten tohumu fonksiyonel özelliklerinde en büyük rolü tohumun içerdiği protein üstlenmektedir. Keten tohumu proteini emülsifiye etme, köpük oluşturma kabiliyeti ve

stabilitesi, jelleşme gibi fonksiyonel özelliklere sahiptir. Bu yönüyle kaliteli bir protein içeriğine sahip olmaktadır (Rabetafika, 2011).

Abhar Kumar ve ark. (2016), temel amacı hamurun emülsifiye edici ve jelleştirici özelliklerini geliştirmek olan bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada yumurta ikamesi olarak yağsız soya unu ve keten tohumu tozu kullanılmış ve emülgatörler (gliserol monositrat ve sodyum sterol-2-laktilat) ile formüle edilmiştir. Soya unu ve keten tohumu tozu kombinasyonunu belirlemek için önce %5, %10 ve %15 seviyelerinde ön yumurtasız kek pişirme denemeleri gerçekleştirilmiş, yumurtasız keklerde kalite özelliklerinde maksimum gelişmeyi 10% soya unu + 10% keten tohumu tozu kombinasyonu gösterdiği için tüm deneylerde bu kombinasyon kullanarak örnekler hazırlanmıştır. Örneklerle benzer ısıtma, pişirme ve soğutma döngüsü uygulanmış; en yüksek gelişme gliserol monositrat ile formüle edilmiş kombinasyonda sağlanmıştır. Sonuçta soya ve keten tohumu proteinlerinin fiziksel-duyusal özellikleri önemli ölçüde geliştirdiği ve en kabul edilebilir kalite parametrelerinde omega 3 ile zenginleştirilmiş yumurtasız kek üretildiği gözlemlenmiştir.

#### **2.3.2.1. Emülsifiye Etme**

Emülsifiye edici özellik genellikle keten tohumlarından elde edilen müsilaajın, tohumun içerdiği proteinlerle ilişkisi üzerine geliştirilebilmektedir. Müsilaajın negatif yükü, protein yükünü güçlendirerek damlacık itme kuvvetinin artmasına neden olmaktadır. Daha yüksek viskozite oluşturmakta ve bununla birlikte emülsiyon stabilitesini de sağlamaktadır (Rabetafika, 2011).

#### **2.3.2.2. Köpük Oluşturma**

Kaur ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çalışmada altı Hint keten tohumu çeşidinden müsilaajlar elde ederek kimyasal, fonksiyonel, mikro-yapısal ve reolojik özellikleri araştırılmıştır. Sonuçlarında zambak çözeltilerinin yüksek köpük kapasitesi sergilediğini ve bunun yanında ürettikleri köpüklerin 120 dakikalık depolamadan sonra bile hacmini başarılı bir şekilde koruduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmaya göre keten tohumundan elde edilen müsilaajların çözeltilerde köpük oluşturuca olarak işlev görebileceği ve ayrıca viskoziteyi

artırarak, ara yüzey gerilimini azaltarak, sudaki yağ emülsiyonlarını stabilize edebildiği de belirtilmiştir.

### **2.3.2.3. Jelleşme**

Jelleşme olayının en verimli bileşeni proteinler olarak bilinmektedir. Büyük moleküler yapıya sahip olmasıyla üç boyutta çapraz bağ oluşturabilmektedir. Jelleşme, büyük protein yapısında çapraz bağlanma, proteinlerin denatüre özelliği ve kabiliyeti ile geniş ağlar oluşturmaktadırlar (Moure vd., 2006).

### **2.3.3. Keten Tohumunun Sağlık Üzerine Etkileri**

Keten, ekonomik olarak önemli bir yağlı tohumdur. Sağlık açısından önemli olan omega-3 yağ asitlerinden  $\alpha$  linolenik asit içeriği ile zengin bir kaynak olduğu için son zamanlarda ticari kullanımda önemli bir materyaldir (Choo vd 2007).

Keten tohumu içinde bulunan diyet lifleri, lignanlar ve  $\omega$ -3 yağ asitleri diyabet riskine karşı koruyucu bir etkiye sahiptir (Goyal, 2014).  $\alpha$ -linoleik asit içeriği kan basıncını düşürmek, kolesterolü olumlu yönde etkileyerek LDL-kolesterol yapımını azaltmak ve kan trigliserid düzeyini düşürmek gibi etkiler göstermektedir (Samur, 2008). Keten tohumu kabuğu konsantre edilmiş bir lignan kaynağıdır. Özellikle meme ve kolon kanserine karşı etkili, kanser önleyici özellikler göstermekte ve kanserli hücrelerin büyümesini azalttığı belirlenmiştir (Dabrosin ve ark., 2002). Keten tohumunun Omega 3 ve lignan yönünden en zengin bitki olması kanserin önlenmesi üzerine olan etkisini artırmaktadır. %5 oranında keten tohumu eklenmiş diyetler dahi kanserli hücrelerin sınırlandırılmasında etkili olmaktadır (Lin ve ark., 2002). Protein içeriği kan şekerini insülin salgısını teşvik ederek polisakkaritlerle etkileşimi ile glisemik indekste etkili olmaktadır (İşleroğlu,2005). Keten tohumu müsilajı prebiyotik özellik göstererek kan glukozu ve kolesterolü düşürmektedir (Bustamante, 2017).

Keten tohumunun besin içeriğindeki yükseklikler sağlık açısından bir takım olumsuzluklara da sebep olmaktadır. Doymamış yağ asidi miktarının fazla olması ile oksidasyon ve serbest yağ asidi oluşumuna olanak sağlamaktadır. Uzun süreli, yüksek

miktarlarda alınması oksidatif stresi arttırabilirken antioksidan bileşiklerin de azalmasına neden olabilmektedir (İşleroğlu,2005).

#### **2.3.4. Keten Tohumunun Gıdalarda Kullanımı**

Normal beslenmede kullanılan gıdaların temel beslenme fonksiyonları yanında fizyolojik süreçleri olumlu etkileyerek, sağlığa katkı sağlayabilme özelliği bulunan ve biyoaktif kimyasallardan oluşan besin bileşenlerine fonksiyonel gıda olarak yaklaşılmaktadır (Aslan, 2019). Fonksiyonel gıdalar, kardiyovasküler hastalıklar, kanserler, sindirim bozuklukları ve yeterli besin eksikliği ile ilişkili diğer bozukluklar gibi yaygın hastalık risklerinden bazılarına karşı seçici koruma sağlamaktadır (Rajiv ve ark. 2012). İçerdiği n-3 yağ asitleri, çözünür lifler, E vitamini, liganlar ve diğer fenolik ve peptit bileşikler ile sağlık üzerinde önemli rol oynamaktadır (Silva, 2017). Günümüzde keten tohumu, tüketicinin üstün sağlık yararları olan gıdalara ilgisinin artması nedeniyle fonksiyonel gıda olarak yeni beklentilere sahiptir (Kajla,2015). Son yirmi yılda, keten tohumu, biyolojik olarak aktif bileşenlerinden bazılarıyla ilişkili potansiyel sağlık yararları nedeniyle diyet ve hastalık araştırmaları alanında da artan ilginin odağı olmuştur (Goyal, 2014).

Keten tohumu yüksek mukavemet ve dayanıklılığa sahip lifler içermektedir. Kaliteli ve yüksek oranda lif içermesi ile keten tohumu bitkisinin her kısmının, doğrudan veya işlemden sonra ticari olarak kullanılabildiği görülmüştür (Goyal, 2014).

#### **Unlu Mamullerde Kullanımı**

Keten tohumu yumurta ve yağ ikamesi kullanımının yanında glüten içermemesi ile glütensiz ürün üretiminde de kullanılmaktadır. Bu amaçla; bütün veya öğütülmüş keten tohumu kullanılarak ekmek, çörek, gözleme ve kurabiye tariflerindeki bazı unların yerini alabilmektedir (Goyal, 2014).

#### **Et Ürünleri Formülasyonlarında Kullanımı**

Keten (*Linum usitatissimum L.*) önemli bir yağlı tohum mahsulüdür ve tohumları birçok biyoaktif bileşiğin değerli bir kaynağıdır. Yüksek kaliteli protein ve çözünür lif kaynağı

olmasının yanında aynı zamanda flavonoidler içermektedir. Keten tohumu, et ürünlerinde lipitlere karşı antioksidan bir etki göstermektedir. Bu nedenle, et endüstrisinde keten tohumu kökenli biyoaktif bileşikler, takviye edilmiş ürünler tasarlamak için kullanılabilmektedir. Ek olarak, ürünlerin oksidasyon süreçlerine, duysal ve besleyici gıda kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerine karşı koruyarak ürünlerin raf ömrünü uzatabilmektedirler (Waszkowjak ve Rudzinska, 2014).

### **Süt Ürünleri Üretiminde Kullanımı**

Ulusal Gıda Teknolojileri Üniversitesi tereyağı özellikleri üzerine keten tohumu jelinin etkilerini araştıran bir çalışma gerçekleştirmiş ve katkı maddesi olarak butter milk içinde süspansiyon oluşturularak tereyağına eklenmişlerdir. Sonuçta keten tohumu ilavesinin tereyağı özelliklerini geliştirmeye yardımcı olduğunu gözlemlemişlerdir (Ivanov, 2011).

#### **2.3.5. Keten Tohumları Kullanılarak Yapılan Çalışmalar**

Chetana ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, mufin keklere keten tohumu ekleyerek beslenme ve depolama özelliklerine dair bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kontrol keki ile %10, 20, 30 ve 40 oranlarında keten tohumu içeren 5 kek örneği hazırlanmıştır. Hamur üzerindeki değişimler incelendiğinde, keten karışımı eklenen hamurun su emiliminin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Kekler üzerinde ham ve kavrulmuş keten tohumu karışımı içeren örneklerde; hoş aroma saptanmış bu özellik keklerin kabul edilebilirliğini yükseltmiş, keten tohumunun lif içeriği sebebiyle pişirme sırasında nemi tuttuğu ve kontrol mufinlerinden daha yüksek nem içeriğine sahip olmasıyla yapıyı iyileştirmiş, diyet lifi içeriğinin artırılmasına yardımcı olarak besinsel katkı sağlamış ve keklerdeki sertleşme derecesini düşürerek yapıya olumlu bir katkı sağlamıştır. Sonuç olarak, % 20 takviye seviyesinde daha iyi beslenme kalitesi ve genel kabul edilebilirliğe sahip daha yumuşak ürünler elde edildiği gözlenmiştir.

Hussain ve ark.( 2006) tarafından yapılan çalışmada tam yağlı keten tohumu unu, %5, 10, 15, 20, 25 ve 30'luk buğday unu ile desteklenerek kullanılmıştır. Kontrol ve verilen seviyelerde keten tohumu içeren kurabiye örnekleri hazırlanmıştır. Sonuçlar, keten tohumu ununun diğer un türlerine kıyasla yüksek miktarda yağ içerdiğini göstermiştir. Kurabiye kalınlıkları, keten tohumu unu seviyesine bağlı olarak kademeli bir artış göstermiştir. Yapılan

çalışmada ketenin % 20 oranının da eklenmesi kabul edilebilir görülmüş ancak keten tohumu seviyesindeki artışla birlikte yayılma faktörü, gevreklik, doku gibi bazı özelliklerde olumsuz etkileri saptanmıştır.

Lipilina ve Ganji (2009) tarafından yapılan çalışmada kek ve ekmek incelenmiştir. Ekmek tarifinde %15, 25 ve 30 seviyelerinde bir kontrol ve test numunelerini hazırlanmıştır. Kekler için ise ağırlıkça %33, 50 ve 66 seviyelerinde keten içeren bir kontrol ve test numuneleri hazırlanmıştır. Kontrol ekmeği, keten tohumu ekmeklerine kıyasla kuru olarak derecelendirilmiştir. Keten tohumu olmayan ekmek yumuşak olarak derecelendirilmiş, tersine, keten tohumu ile kontrol ekmeğine kıyasla daha güçlü bir fındık aroması gözlenmiştir. Sonuçta, ekmek ve kekler tüketici paneli tarafından kabul görmüştür. Toplam kabul edilebilirlik ve lezzetlilik skorlarındaki genel iyileşmelere dayanarak, %30 öğütülmüş keten tohumu içeren ekmekler ve %50 öğütülmüş keten tohumu içeren kekler fırıncılık ürünlerinde kullanmak için uygun formülasyonlar olarak belirlenmiştir.

De Aguiar ve ark.(2011) tarafından yapılan çalışmada, tam buğday ekmeklerinin keten tohumu ile zenginleştirmesi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, keten tohumunun soya fasulyesi ile kısmi ikamesi değerlendirilmiştir. Lipit kısmı için standart formülasyonda 100% soya fasulyesi kullanılırken, keten tohumu ağırlıkça 25, 50, 75 % oranlarında kullanılmıştır. Diğer bileşenler aynı tutularak hazırlanan ekmek hamurları aynı işlemlerden geçerek 45 dakika boyunca 180 °C ' de pişirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; yağ içeriği olarak değerlendirilen numuneler arasında protein ve toplam lipitlerde anlamlı bir fark gözlemlenmezken ekmekteki n-6/n-3 oranının keten eklenmesiyle azaldığı, linoleik asit miktarının önemli ölçüde azaldığı, a-linolenik asit içeriğinin ise yüzde olarak standart formülasyondan daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanında incelenen miktarlarda soya fasüyesinin keten tohumu ile ikame edilmesi, ürünün duyu özelliklerini etkilemediği görülmüştür.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Çalışma kapsamında Yayla Gurme çiya ve keten tohumu kullanılmıştır. Buğday unu, yumurta beyazı, şeker, tuz, kabarma tozu ve su yerel marketlerden temin edilmiştir.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Çiya jeli hazırlanması

Çiya jeli, Borneo vd. (2010) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak hazırlanmıştır. Buna göre çiya tohumları, çiya tohumu: su oranı 1:9 (w/w) olacak şekilde 30 dakika suda bekletilmiştir. Çiya tohumları oluşturulan jel içinde bırakılmıştır. Elde edilen çiya jeli örneği şekil 3.2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 1. Çiya tohumu jeli

### 3.2.2. Keten tohumu jeli hazırlanması

Keten tohumu jeli El-Sayed ve ark. (2014) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek hazırlanmıştır. Keten tohumu, 1:20 w/v oranında 100 °C’de 30 dakika boyunca suyla karıştırılarak 8 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Elde edilen keten tohumu jeli örneği şekil 3.2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. 2. Keten tohumu jeli

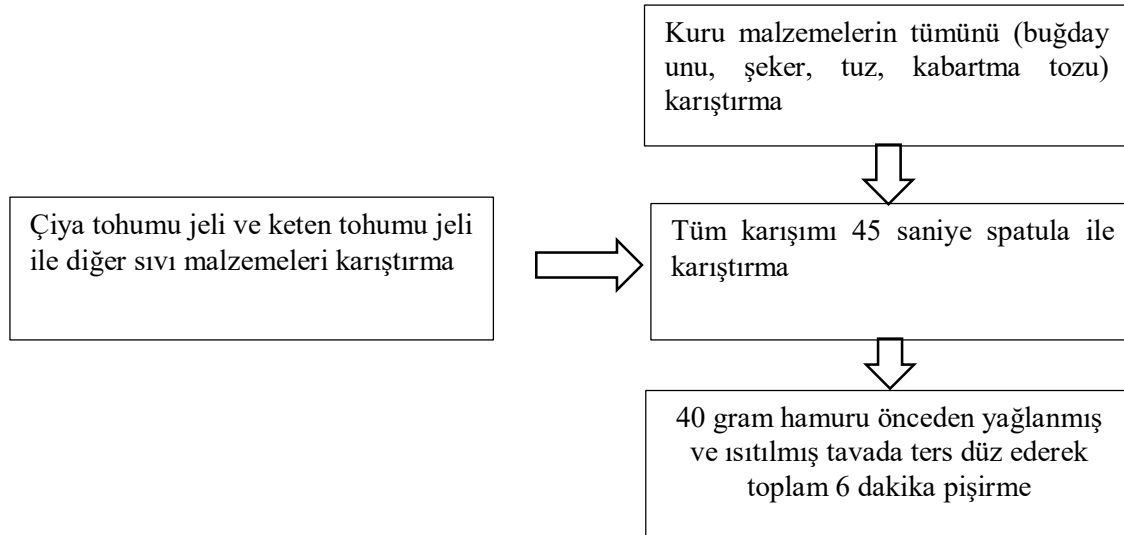
### 3.2.3. Kek örneklerinin hazırlanması

Pankek örneklerinin hazırlanması için Shih vd. (2005) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Kek örneklerinin formülasyonları Tablo 3.2.3.1’de belirtilmiştir. Sadece yumurta içeren kontrol örneği “K”, kontrol örneğinde bulunan yumurta ağırlığının %50’si kadar çiya jeli ikame edilen örnek “C50” ve yumurta içermeyen örnek “C100” olarak kodlanmıştır. Aynı kodlama biçimi keten tohumu gamı için de uygulanmıştır. Kontrol örneğinde bulunan yumurta ağırlığının %50’si kadar keten tohumu jeli ikame edilen örnek “F50” ve yumurta içermeyen örnek “F100” olarak kodlanmıştır.

**Tablo 3.2.3.1** Pankek Formülasyonu

| Malzemeler               | K     | C50   | C100  | F50   | F100  |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Buğday unu</b>        | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |
| <b>Yumurta beyazı</b>    | 40    | 20    | 0     | 20    | 0     |
| <b>Keten tohumu jeli</b> | 0     | 20    | 40    | 20    | 40    |
| <b>Şeker</b>             | 20    | 20    | 20    | 20    | 20    |
| <b>Tuz</b>               | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     |
| <b>Kabartma tozu</b>     | 4,5   | 4,5   | 4,5   | 4,5   | 4,5   |
| <b>Su</b>                | 108,5 | 108,5 | 108,5 | 108,5 | 108,5 |

Pankek hamurunun hazırlanması amacıyla kuru malzemelerin tümü karıştırılmıştır. Nohut haşlama suyu ve su ayrı bir kapta karıştırıldıktan sonra kuru malzemeler sıvı malzemelere eklenmiştir ve malzemeler 45 saniye boyunca spatula yardımıyla karıştırılmıştır. Karıştırma işleminden sonra 40 g hamur önceden yağlanmış ve ısıtılmış bir tavada 2-3 dakika pişirildikten sonra diğer yüzü çevrilip 3 dakika pişirilmiştir. Pankek örneklerinin hazırlanışı Şekil 3.2.3'te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3. 2.3. Pankek örneklerinin hazırlanması

### **3.2.4. Kek Kalitesinin Belirlenmesi**

#### **3.2.4.1. Bileşim**

Örneklerin bileşimlerini belirlemek amacıyla nem, kül, ham yağ ve ham 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. Protein miktarı Leco FP-528 Nitrogen/Protein Determinator (Leco, St. Joseph, Mich., USA.) kullanılarak ölçülmüştür.

#### **3.2.4.2. Su aktivitesi tayini**

Örneklerin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo AG 400, Germany) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde örnekler homojen hale getirilmiştir.

#### **3.2.4.3. pH tayini**

Pankek hamuru örneklerinin pH değerleri, pH metre kullanılarak AOAC (1998) Metot No: 981.12'ye göre gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.4.4. Pişirme verimi ve pişirme kaybı**

Örneklerinin pişirme verimi Altunakar (2003) tarafından yapılan çalışmada belirtilen şekilde belirlenmiştir. Örneklerinin pişirme sonrası ağırlığının, pişirme öncesindeki hamur ağırlığına bölünmesi ile pişirme verimleri belirlenmiştir.

Örneklerin pişirme kaybı, pişirme sonrası meydana gelen ağırlık kaybının hamur ağırlığına bölünmesiyle kullanılarak elde edilmiştir (Köksel, 2009).

#### **3.2.4.5. Hacim endeksi**

Örneklerinin hacim endeksi AACC şablon yöntemi 10-91 (AACC, 1983) ile ölçülmüştür. Bu yöntemde, örnekler merkezden dikey olarak kesilecek ve kesit alanı boyunca

üç farklı noktadaki (B, C ve D) yükseklikleri şablon kullanılarak ölçülmüştür. Hacim endeksi Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Hacim İndeksi} = |BB'| + |CC'| + |DD'| \quad (1)$$

#### **3.2.4.6. Tekstür (Doku)**

Örneklerin tekstürü, pişirme işleminden 24 saat sonra TA-XT2i Texture Analyzer (Stable Microsystems, Surrey, UK) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler, 25 mm çapında silindirik prob kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.4.7. Renk**

MinoltaColour Reader (CR-10 Japan) kullanılarak örneklerin yüzey ve iç rengi belirlenmiştir. Farklı örneklerde, farklı oranlarda çiya jeli veya keten tohumu jeli kullanımının etkisi L\*, a\*, b\* renk değerleri ölçülerek belirlenmiştir.

#### **3.2.4.8. Duyusal değerlendirme**

Duyusal özellikleri belirlemek amacıyla örnekler soğutuldu, kesildi, kodlandı ve bir grup eğitilmiş panelist tarafından renk, doku, lezzet ve toplam kabul edilebilirlikleri değerlendirilmiştir (Ranjbar vd., 2012). Farklı oranlarda yumurta ikamesi olarak çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ile oluşturulan pankek örneklerinin 10 adet yarı eğitilmiş panelistin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Örneklerin duyusal değerlendirmesinde hedonik skala testi kullanılarak panelistlerin 5 farklı pankek örneklerini görünüş, renk, doku, lezzet ve genel beğeni kategorilerinde puanlamaları istenmiştir. . Duyusal analiz için kullanılan hedonik skalada Çok Kötü : 1, “Kötü” : 2, “Orta” : 3, “İyi” : 4 ve “Çok İyi” : 5 olmak üzere puanlandırılmıştır. Elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesi %95 güven aralığında Duncan testi ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz formu örneği Şekil 3.2’de verilmiştir.

| Hedonik Skala Testi                                                                                                                  |              |          |                             |         |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|-----------------------------|---------|-------------|
| Panelistin Adı Soyadı:                                                                                                               |              |          | Tarih: ..... / ..... / 2020 |         |             |
| Ürün: Pankek                                                                                                                         |              |          | Saat:                       |         |             |
| Açıklama: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen kodlu örnekleri ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz. |              |          |                             |         |             |
| Kalite Kriterleri                                                                                                                    | Örnek        |          |                             |         |             |
|                                                                                                                                      | 190          | 197      | 185                         | 256     | 172         |
| Renk                                                                                                                                 |              |          |                             |         |             |
| Doku                                                                                                                                 |              |          |                             |         |             |
| Görünüş                                                                                                                              |              |          |                             |         |             |
| Lezzet                                                                                                                               |              |          |                             |         |             |
| Genel Beğeni                                                                                                                         |              |          |                             |         |             |
|                                                                                                                                      |              |          |                             |         |             |
| Puan Değerleri                                                                                                                       | 1 = Çok Kötü | 2 = Kötü | 3 = Orta                    | 4 = İyi | 5 = Çok İyi |

**Şekil 3.2. 1.8** Duyusal analiz formu

### 3.2.4.9. SEM (Taramalı elektron mikroskopisi)

Üretilen örneklerin mikro-yapısının belirlenmesi amacıyla taramalı elektron mikroskopisi kullanılmıştır. Pişirilen örneklerin iç kısımlarından 1  $cm^3$  hacminde küpler kesilerek altın ile kaplanmıştır. SEM analizi, taramalı elektron mikroskobu (SEM, Thermo Scientific Apreo S) ile yapılmıştır. Bu analiz Ege Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarından (MATAL) hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.4.10. FTIR Analizi

Çiya jeli ve keten tohumu jelinin yapılarının analiz edilmesi amacıyla Fourier Dönüşümlü Kızıl Ötesi Spektrometresi kullanılmıştır. Bu analiz hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.4.11. İstatistiksel analiz

Deneyisel 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 bulunduğunda karşılaştırma için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tüm denemeler iki tekrar ve üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1. Bileşim**

Farklı formülasyonlar kullanılarak hazırlanan pankeklerin nem, kül, kurumaddede ham yağ ve kuru maddede protein değerleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Nem analizi sonuçlarına bakıldığında %50 ve %100 keten tohumu içeren örneklerin nem içeriklerinin birbirinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklı olmadığı ( $p>0.05$ ), ancak nem içeriklerinin kontrol örneğinden farklı olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). Aynı durumun çiya jeli içeren örnekler için de geçerli olduğu gözlemlenmiştir. Çiya jeli içeren pankek örneklerinin nem içeriklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ( $p>0.05$ ) ancak nem içeriklerinin kontrol örneğinin nem içeriğinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Çiya jeli kullanılarak hazırlanan örneklerin en yüksek nem içeriğine sahip örnekler olduğu görülmektedir. Kullanılan yumurta ikamesinin pankek örneklerinin nem içeriğini etkilediği gözlemlenmiştir. Ancak kullanılan yumurta ikamesi oranının ise örneklerin nem içeriğinde bir fark oluşturmadığı gözlemlenmiştir. 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 tutma, jel oluşturma ve protein ağıyla interaksyona girebilme özellikleri ile açıklanabilmektedir (Hargreaves ve Zandonadi, 2018; Zettel ve Hitzman, 2018; Rabetafika ve ark., 2011).

**Tablo 4.1** Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin bileşimi

| Pankek içeriği | Nem(%)                       | Kül(%)                      | Protein(%)*                  | Ham Yağ (%)*                |
|----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| K              | 45,9451±0,44018 <sup>a</sup> | 1,8819±0,07959 <sup>a</sup> | 7,7734±1,56342 <sup>a</sup>  | 9,8432±0,21852 <sup>a</sup> |
| F50            | 47,6209±0,03258 <sup>b</sup> | 1,9395±0,05981 <sup>a</sup> | 11,1348±0,39387 <sup>b</sup> | 9,1138±2,01782 <sup>a</sup> |
| F100           | 48,1502±0,12866 <sup>b</sup> | 1,9642±0,04798 <sup>a</sup> | 12,9819±0,49742 <sup>b</sup> | 9,3695±1,00624 <sup>a</sup> |
| C50            | 49,5357±0,09031 <sup>c</sup> | 1,9838±0,03225 <sup>a</sup> | 13,3734±0,17859 <sup>b</sup> | 8,3092±1,62152 <sup>a</sup> |
| C100           | 49,8543±0,23474 <sup>c</sup> | 1,9809±0,02020 <sup>a</sup> | 11,1589±181202 <sup>b</sup>  | 6,8490±0,30757 <sup>a</sup> |

\*Kuru temelde

<sup>a-c</sup> Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Farklı formülasyonlarla oluşturulan pankek örneklerinin kül içeriğine bakıldığında örnekler arasında kül içeriği bakımından bir fark görülmemiştir (p>0.05). Kullanılan yumurta ikamesi ve kullanım oranı, örneklerin kül içeriğinde herhangi bir değişime yol açmamıştır.



Şekil 4. 1. Pankek örnekleri

Pankek örneklerinin kurumaddede yüzde protein içeriklerine bakıldığında en düşük protein içeriğinin  $7,7734 \pm 1,56342$  ile kontrol örneğinde bulunduğu görülmektedir. Çiya ve keten tohumu jeli eklenmiş örnekler ile kontrol örneğine kıyaslandığında kurumaddede protein miktarında anlamlı bir artış meydana gelmiştir ( $p < 0.05$ ). Çiya jeli ve keten tohumu jelinin farklı oranlarda kullanılması ile hazırlanan örnekler arasında kurumaddede protein açısından anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Hargreaves ve Zandonadi (2018) tarafından yapılan çalışmada yumurta içeren kontrol örneğinin en yüksek protein değerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Örnekler kurumaddede ham yağ içeriği açısından karşılaştırıldığında, aralarında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Kül miktarında da olduğu gibi, çiya jeli ve keten

tohumu jelinin farklı oranlarda kullanımı ile kurumaddede ham yağ miktarında anlamlı bir fark yaratmadığı gözlemlenmiştir ( $p>0.05$ ).

#### 4.2. Su Aktivitesi

Farklı oranlarda yumurta ikamesi kullanılarak üretilen pankek örneklerinin su aktivitesi değerleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Su aktivitesi açısından kontrol örneği ve diğer örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Yumurta, çiya jeli ve keten tohumu jeli kullanımı ve oranları su aktivitesi üzerinde bir etki yaratmamıştır.

**Tablo 4.2** Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin su aktivitesi

| Örnek | Su Aktivitesi        |
|-------|----------------------|
| K     | $0,9287\pm0,00850^a$ |
| F50   | $0,9233\pm0,00577^a$ |
| F100  | $0,9200\pm0,00000^a$ |
| C50   | $0,9333\pm0,01155^a$ |
| C100  | $0,9300\pm0,00000^a$ |

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

#### 4.3. pH Analizi

Pankek hamuruna uygulanan pH analizinin sonuçları Tablo 4.3’te gösterilmiştir. En yüksek hamur pH değeri çiya jeli ile hazırlanan örneklerde gözlemlenmiştir. %50 çiya jeli kullanılarak hazırlanan hamur ile %100 çiya jeli kullanılarak hazırlanan hamur arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ( $p>0.05$ ). %50 keten tohumu içeren örneğin pH değeri kontrol örneğinden farklı bulunmamışken, keten tohumu jeli oranının artırılması ile pH değerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

**Tablo 4.3** Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek hamurlarının pH değerleri

| Örnek | pH                          |
|-------|-----------------------------|
| K     | 6,4333±0,08145 <sup>a</sup> |
| F50   | 6,3833±0,08083 <sup>a</sup> |
| F100  | 6,2233±0,01528 <sup>b</sup> |
| C50   | 6,6433±0,00577 <sup>c</sup> |
| C100  | 6,6400±0,03464 <sup>c</sup> |

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

#### 4.4. Pişme Verimi ve Pişme Kaybı

Farklı formülasyonlar ile hazırlanan pankek örneklerinin pişme verimi ve pişme kaybı değerleri Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Örnekler pişme kaybı açısından değerlendirildiğinde kontrol örneğinin  $16,5532\pm1,10832$  ile en yüksek pişme kaybına sahip olduğu belirlenmiştir. %50 keten tohumu jeli, %100 keten tohumu jeli ve %100 çiya tohumu jeli içeren örneklerin pişme kaybının kontrol örneğine göre daha düşük olduğu ve bu örnekler arasında pişme kaybı açısından anlamlı bir fark bulunmadığı gözlemlenmiştir ( $p>0.05$ ). %50 çiya jeli içeren örneğin kontrol örneği, %50 keten tohumu jeli, %100 keten tohumu jeli ve %100 çiya tohumu jeli içeren örnekler ile pişme kaybı açısından benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Örnekler pişirme verimi açısından incelendiğinde en düşük pişirme verimine sahip örneğin kontrol örneği olduğu bulunmuştur. %50 keten tohumu jeli kullanımının kontrol örneği ile kıyaslandığında pişirme verimini arttırdığı gözlemlenmiştir. %100 keten tohumu jeli, %50 çiya tohumu jeli ve %100 çiya tohumu jeli içeren örneklerin arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte bu örnekler, kontrol örneği ve %100 keten tohumu içeren örnek ile de benzerlik göstermektedir.

**Tablo 4.4** Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin pişme verimi ve pişme kaybı

| Örnek | Pişirme Kaybı (%)             | Pişirme Verimi                |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|
| K     | 16,5532±1,10832 <sup>a</sup>  | 83,4469±1,10836 <sup>a</sup>  |
| F50   | 11,7176±1,46230 <sup>b</sup>  | 88,2824±1,46228 <sup>b</sup>  |
| F100  | 13,4340±0,95179 <sup>b</sup>  | 86,5660±0,95181 <sup>ab</sup> |
| C50   | 15,9554±1,25675 <sup>ab</sup> | 84,6919±2,37653 <sup>ab</sup> |
| C100  | 12,0610±0,92649 <sup>b</sup>  | 88,1913±0,81689 <sup>ab</sup> |

<sup>a-b</sup> Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Çiya tohumu ve keten tohumu jeli eklenmiş örneklerde pişme kaybının kontrol örneğine göre daha düşük olmasının, çiya ve keten tohumunda bulunan proteinlerin su tutma ve jel oluşturma özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Romankiewicz ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada ekmek örneklerinde buğday unu yerine farklı oranlarda çiya unu ikame edilmiştir. Örneklere %4, %6 ve %8 çiya unu ikame edilmesiyle örneklerin pişme kaybının azaldığı gözlemlenmiştir. Bu azalmanın nedeni çiya tohumlarının diyet lifi ve müsilaajlar açısından zengin olması ve bu bileşenlerin suyu bağlayarak pişme sırasında suyun buharlaşmasını önlemesi ile açıklanmıştır.

#### 4.5. Hacim İndeksi

Örneklerin hacim indeksi değerleri Tablo 4.5'te gösterilmiştir. Örnekler arasında en yüksek hacim indeksi değerini 45,5 ile 50 keten tohumu içeren örneğin gösterdiği belirlenmiştir. Bashir ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada kurabiyelere buğday unu yerine farklı oranlarda keten tohumu unu eklenmiştir ve keten tohumu oranının artmasıyla kurabiyelerin kalınlığında artış görüldüğü belirtilmiştir. Sung ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada pirinç unu ile yapılan glutensiz keklere farklı oranlarda ön ıslatılmış ve ıslatılmamış çiya unu ikame edilmiş ve en yüksek hacim indeksine sahip örneğin ön ıslatılmış çiya unu olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.5** Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin hacim indeksi

|      | B    | C    | D  | Hacim İndeksi |
|------|------|------|----|---------------|
| K    | 11   | 13   | 14 | 38            |
| F50  | 14,5 | 17   | 14 | 45,5          |
| F100 | 16   | 13   | 11 | 40            |
| C50  | 11,5 | 14   | 16 | 41,5          |
| C100 | 12   | 12,5 | 14 | 38,5          |

#### 4.6. Tekstür

Örneklerin tekstür analizi sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir. Örnekler springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness ve resilience açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Kullanılan yumurta ikamesi tipi ve oranının örneklerin tekstürel özelliklerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmadığı belirlenmiştir.

**Tablo 4.6** Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin tekstür analizi sonuçları

| Örnek | Springiness<br>(Esneklik)   | Cohesiveness<br>(Yapışkanlık) | Gumminess<br>(sakızımsılık)      | Chewiness<br>(Çiğnenebilirlik)       | Resilience<br>(elastiklik)      |
|-------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| K     | 0,9910±0,04530 <sup>a</sup> | 0,7323±0,05408 <sup>a</sup>   | 1786,5483±283,66379 <sup>a</sup> | 1768,6760±277,456<br>63 <sup>a</sup> | 0,3773±0,056<br>01 <sup>a</sup> |
| F50   | 1,0393±0,11372 <sup>a</sup> | 0,7137±0,04834 <sup>a</sup>   | 1372,7607±224,57488 <sup>a</sup> | 1441,4523±373,034<br>25 <sup>a</sup> | 0,3593±0,038<br>37 <sup>a</sup> |
| F100  | 1,0210±0,03724 <sup>a</sup> | 0,7260±0,00866 <sup>a</sup>   | 1929,8310±384,90154 <sup>a</sup> | 1972,6357±408,812<br>32 <sup>a</sup> | 0,3493±0,028<br>75 <sup>a</sup> |
| C50   | 0,9527±0,01582 <sup>a</sup> | 0,6983±0,03617 <sup>a</sup>   | 1451,4337±518,84755 <sup>a</sup> | 1386,9097±516,811<br>80 <sup>a</sup> | 0,3403±0,016<br>29 <sup>a</sup> |
| C100  | 0,9267±0,04104 <sup>a</sup> | 0,6373±0,04497 <sup>a</sup>   | 1188,0513±258,36938 <sup>a</sup> | 1095,3960±202,971<br>70 <sup>a</sup> | 0,3037±0,044<br>50 <sup>a</sup> |

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

#### 4.7. Renk

Pankek örneklerinin iç ve dış yüzey rengi değerleri Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Farklı formülasyonlar ile oluşturulan pankek örneklerinin iç rengine bakıldığında %100 çiya jeli ile hazırlanan örneğin diğer örneklerle kıyaslandığında daha düşük L değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol örneği, %50 keten tohumu jeli, %100 keten tohumu jeli ve %50 çiya jeli içeren örneklerin iç renklerine bakıldığında L değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Örneklerin iç kısmında en yüksek a değeri %100 çiya jeli içeren örnekte gözlemlenmiştir. %50 keten tohumu jeli ve %100 keten tohumu jeli içeren örneklerin a değeri ile kontrol örneğinin b değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Örnekler b değeri açısından kıyaslandığında en düşük b değerini  $13,0467\pm0,22811$  ile %100 çiya jeli içeren örnek göstermiştir. Kontrol örneği, %50 keten tohumu içeren örnek, %50 çiya tohumu jeli içeren örnek ve %100 keten tohumu içeren örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). %100 keten tohumu jeli ve %100 çiya tohumu jeli içeren örnekler arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ( $p>0.05$ ).

Pankek örnekleri dış kısmının renkleri açısından karşılaştırıldığında en düşük L değerini  $44,0633\pm3,00733$  ile kontrol örneği göstermiştir. Dış kısmının a değerlerine bakıldığında en yüksek a değeri  $10,8500\pm1,14346$  ile kontrol örneğinde gözlemlenmiştir. Örnekler dış kısmının b değerleri açısından kıyaslandığında aralarında istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlemlenmemiştir ( $p>0.05$ ). %50 çiya tohumu jeli içeren örnek ile %100 keten tohumu jeli içeren örnek kıyaslandığında aralarında L ve a değerleri açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.7** Farklı formülasyonlarda hazırlanan pankek örneklerinin iç ve dışının renk ölçümü

|             | İÇ                            |                                               |                                | DIŞ                           |                               |                               |
|-------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Örne<br>k   | L*                            | a*                                            | b*                             | L*                            | a*                            | b*                            |
| <b>K</b>    | 68,686±1,5<br>16 <sup>a</sup> | -<br>0,850±0,191 <sup>a</sup>                 | 16,193±0,938<br><sup>a</sup>   | 44,063±3,007<br><sup>a</sup>  | 10,850±1,1<br>43 <sup>a</sup> | 28,336±3,1<br>74 <sup>a</sup> |
| <b>F50</b>  | 66,776±0,9<br>30 <sup>a</sup> | -<br>0,910±0,711 <sup>a</sup>                 | 17,0100±1,82<br>5 <sup>a</sup> | 51,416±1,961<br><sup>b</sup>  | 8,200±0,36<br>3 <sup>a</sup>  | 29,013±2,5<br>85 <sup>a</sup> |
| <b>F100</b> | 68,163±2,4<br>48 <sup>a</sup> | -<br>1,706±0,290 <sup>a</sup>                 | 15,330±1,413<br><sup>ab</sup>  | 61,870±3,328<br><sup>c</sup>  | 4,446±2,60<br>8 <sup>b</sup>  | 27,263±5,2<br>37 <sup>a</sup> |
| <b>C50</b>  | 72,736±1,9<br>58 <sup>a</sup> | -<br>1,460±0,043 <sup>a</sup><br><sup>b</sup> | 14,226±0,426<br><sup>a</sup>   | 62,320±0,<br>822 <sup>c</sup> | 6,053±1,00<br>1 <sup>b</sup>  | 29,640±2,2<br>47 <sup>a</sup> |
| <b>C100</b> | 58,183±4,0<br>76 <sup>b</sup> | -<br>0,260±0,592 <sup>b</sup>                 | 13,046±0,228<br><sup>b</sup>   | 48,613±3,459<br><sup>ab</sup> | 9,720±1,86<br>3 <sup>a</sup>  | 30,186±0,8<br>15 <sup>a</sup> |

<sup>a-c</sup> Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel açıdan fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).

#### 4.8. Duyusal Değerlendirme

Farklı oranlarda yumurta ikamesi olarak çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ile oluşturulan pankek örneklerinin 10 adet yarı eğitilmiş panelistin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Örneklerin duyusal değerlendirmesinde hedonik skala testi kullanılarak panelistlerin 5 farklı pankek örneklerini görünüş, renk,doku, lezzet ve genel beğeni kategorilerinde puanlamaları istenmiştir. . Duyusal analiz için kullanılan hedonik skalada Çok Kötü” : 1, “Kötü” : 2, “Orta” : 3, “İyi” :4 ve “Çok İyi” : 5 olmak üzere puanlandırılmıştır. Elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesi %95 güven aralığında Duncan testi ile gerçekleştirilmiştir. Farklı formülasyonlarla oluşturulan pankek örneklerine ait analiz sonuçları Tablo 4.8’da verilmiştir.

**Tablo 4.8** Farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren pankeklere ait hedonik skala testi sonuçları

| <b>Duyusal Analiz</b>         |                   |                   |                   |                    |                     |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Örnek</b>                  | <b>Görünüş</b>    | <b>Renk</b>       | <b>Doku</b>       | <b>Lezzet</b>      | <b>Genel Beğeni</b> |
| <b>Kontrol</b>                | 4,56 <sup>a</sup> | 4,22 <sup>a</sup> | 4,18 <sup>a</sup> | 4,6 <sup>a</sup>   | 4,63 <sup>a</sup>   |
| <b>%50 Çiya Tohumu Jeli</b>   | 4,09 <sup>a</sup> | 4,28 <sup>a</sup> | 4,25 <sup>a</sup> | 4,54 <sup>ab</sup> | 4,60 <sup>a</sup>   |
| <b>%100 Çiya Tohumu Jeli</b>  | 4,25 <sup>a</sup> | 4,31 <sup>a</sup> | 4,18 <sup>a</sup> | 4,43 <sup>dc</sup> | 4,02 <sup>ad</sup>  |
| <b>%50 Keten Tohumu Jeli</b>  | 4,4 <sup>a</sup>  | 4,26 <sup>a</sup> | 4,30 <sup>a</sup> | 4,39 <sup>ca</sup> | 3,98 <sup>dc</sup>  |
| <b>%100 Keten tohumu Jeli</b> | 4,12 <sup>a</sup> | 4,23 <sup>a</sup> | 4,27 <sup>a</sup> | 3,97 <sup>a</sup>  | 3,86 <sup>c</sup>   |

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

“Çok Kötü” : 1, “Kötü” : 2, “Orta” : 3, “İyi” : 4 ve “Çok İyi” : 5

Farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren pankeklere görünüş açısından değerlendirildiğinde; en beğenilen kek örneğinin %100 oranında yumurta içeren örneğe ait olduğu belirlenmiştir. Ancak gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda örnekler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

Duyusal analiz sonuçları renk açısından incelendiğinde ise; farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren örneklerin renk değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. En yüksek renk değerine sahip pankek ise %100 çiya tohumu jeli içeren pankek örneği olmuştur.

Farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jellerinin doku üzerine olan etkisi incelendiğinde; farklı oarnlarda yumurta ikamesi kullanılmasının dokuyu iyileştirdiği sonucuna varılabilmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda diyet lifi ilavesinin doku üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ).

Pankek örneklerinin lezzet değerlendirmesinde; örneklere yumurta ikamesi olarak farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ilavesinin artmasıyla keklerin lezzet değerleri düşüş göstermiştir. En yüksek puan yumurta ikamesi içermeyen pankek örneğine aittir. Farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren pankeklerin lezzet değerleri üzerinde anlamlı etkiye neden olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

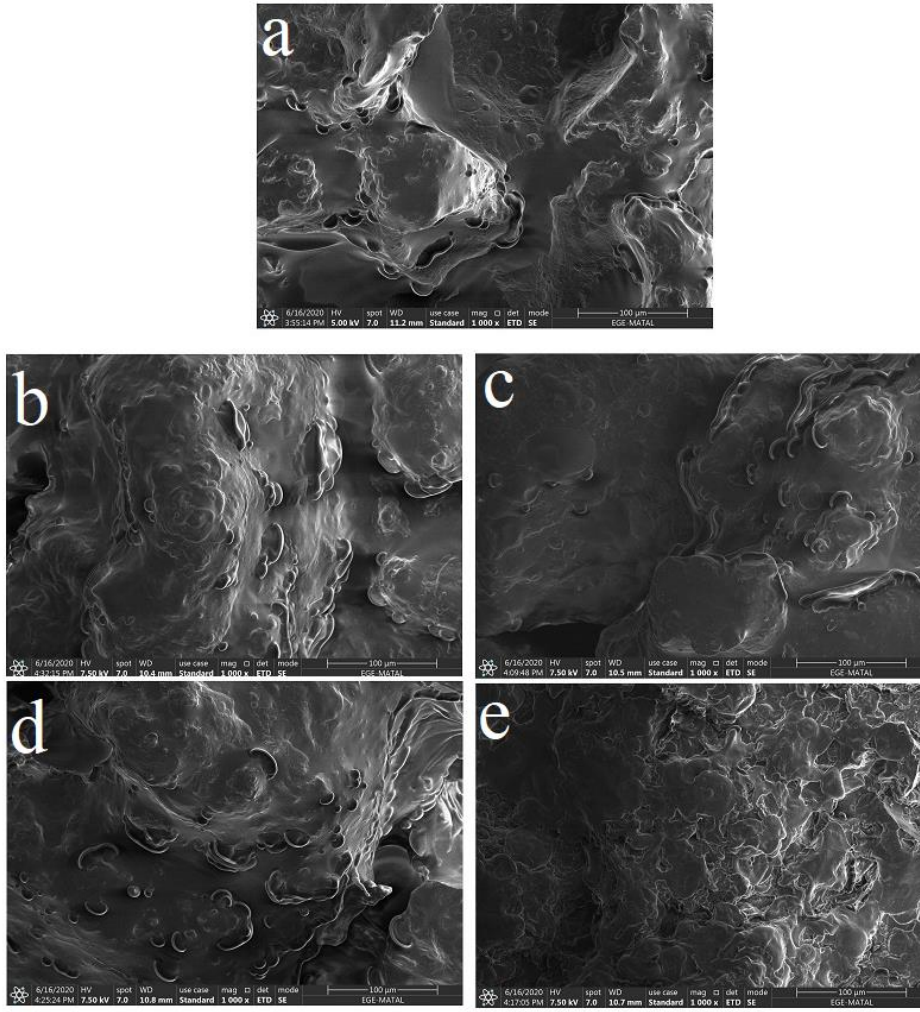
Genel beğeni değerlendirmesinde ise; en beğenilen örnek kontrol örneği olmuştur. Örneklere farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ilavesi sonucunda beğeni değerleri düşmektedir. İstatiksel olarak anlamlı fark bulunan sonuçlarda ( $p<0.05$ ), en az puan alan örnek %100 oranında keten tohumu içeren örnek olmuştur. Duyusal analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; %100 ve %50 oranlarında keten tohumu içeren örnekler daha düşük puan almıştır.

Yüksek oranda keten tohumu içeren örneklerde oluşan aşırı tatlılık nedeniyle tüketici tarafından daha az tercih edildiği düşünülmektedir. Pankek örneklerinin tüketici tarafından genel kabul edilebilirlik değerleri ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

#### **4.9. SEM (Taramalı Elektron Mikroskopisi)**

Yumurta içeren ve içermeyen pankek örneklerinin makro ve mikro yapısının belirlenmesi amacıyla taramalı elektron mikroskobu kullanılmıştır. Farklı oranlarda kullanılan çiya tohumu jeli ile üretilen pankek örneklerinin x1000 büyütme oranı ile mikrografları Şekil 4.1’de verilmiştir. Pankek örneklerinin mikrografları incelendiğinde, çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli oranının artmasıyla, gaz hücrelerinin sayısının da azaldığı görülmektedir. Formülasyondaki çiya tohumu jelinin artması ile örneğin daha katmanlı ve kırılğan bir yapı gösterdiği gözlemlenmiştir. %100 çiya tohumu jeli içeren örneğin diğer örneklerle 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 ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada kek örneklerinde peynir altı suyu izolatu kullanılarak yumurta oranının azaltılması ile örneklerde gaz hücreleri sayısının azaldığı belirtilmiştir.



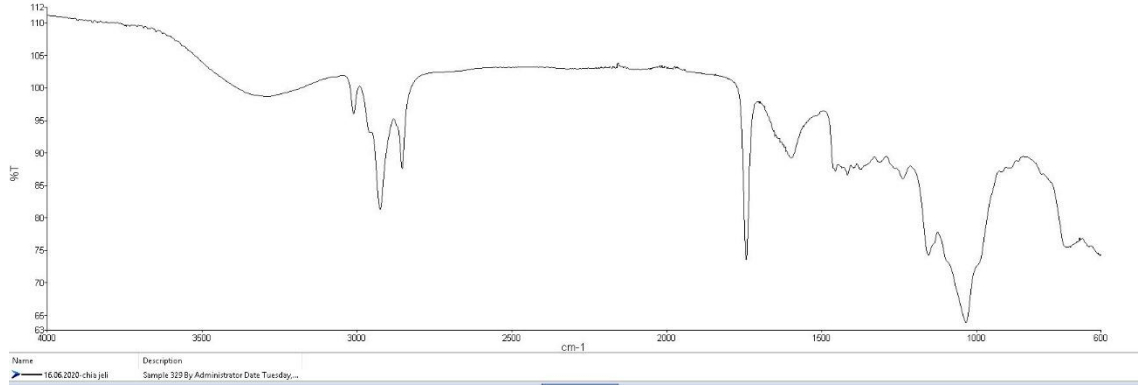
**Şekil 4. 9.** Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri a) %100 yumurta (K), b) %50 keten tohumu (F50), c) %50 çiya tohumu (C50), d) %100 keten tohumu (F100), e) %100 çiya tohumu (C100).

#### 4.10. FTIR Analizi

Çiya jeli ve keten tohumu jeli örneklerinin kimyasal bileşimlerini karakterize etmek amacıyla FTIR spektroskopisinden yararlanılmıştır.

Çiya jeli örneklerinin FTIR spektrumu Şekil 4.2’de verilmiştir. Çiya tohumu jeli örnekleri için  $3100, 3700 \text{ cm}^{-1}$  deki geniş 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. Çiya 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 ( $-\text{COO}-$ ) göstergesidir. Çiya tohumu ve gamı için  $1654\text{ cm}^{-1}$  ve  $1618\text{ cm}^{-1}$  'deki iletim bantları mannoz halkasını temsil etmektedir. Ek olarak, çiya tohumu için  $1750\text{ cm}^{-1}$  ve  $1200\text{ cm}^{-1}$ , piranoz halkasında bulunan  $\text{C} = \text{O}$  ve  $\text{C-O-C}$ 'yi temsil etmektedir.  $1080\text{ cm}^{-1}$  'de bant,  $1 \rightarrow 4$  glikosidik bağ halkası titreşimi ve  $\text{C-OH}$  bükülmesinin  $\text{C-O-C}$ 'sini göstermekte ve polisakkaritlerin özelliği olarak kabul edilmektedir.



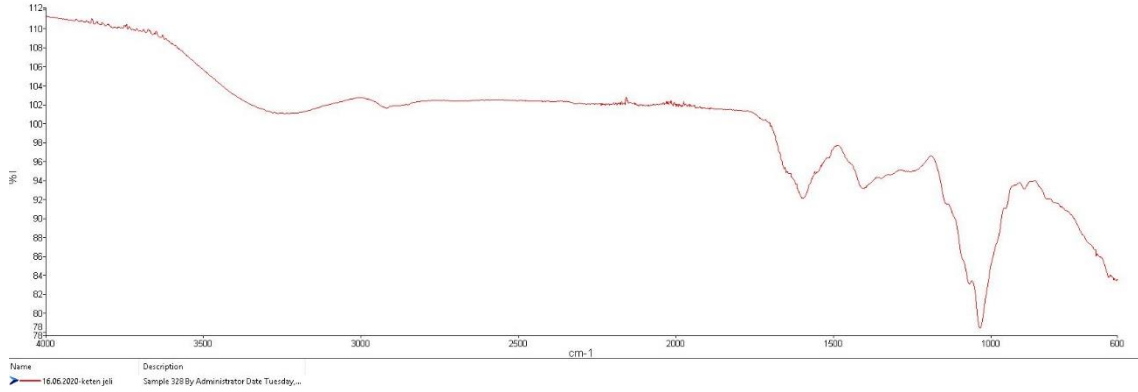
**Şekil 4. 10.1** Çiya tohumu jelinin FTIR spektrumu

Keten tohumu jeli örneklerinin FTIR spektrumu şekil 4.3'te verilmiştir Keten tohumu jeli için  $1600\text{ cm}^{-1}$   $\text{C} = \text{O}$  asimetrik germe titreşimi, keten tohumu jelindeki bağlı suyun varlığını gösteren karboksil grubuna bağlıdır. 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,  $\text{C} - \text{O}$  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  $\text{YC} - \text{O} - \text{C}$  ve  $\text{C} - \text{OH}$  varlığını göstermektedir. Ayrıca,  $1020\text{ cm}^{-1}$  'deki emilim, glukan birimlerinin varlığı hakkında bilgi vermektedir.  $3100\text{ cm}^{-1}$  'de gözlemlenen geniş ve güçlü bir tepe, hidroksil grubunun ( $\text{OH}$ ) gerilme titreşiminin varlığını göstermektedir.

Darwish ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada çiya tohum tozu, bütün çiya tohumları ve çiya müsilağının FTIR spektrumlarını incelemişlerdir. Çiya tohumu ve çiya tozu aynı spektrumları sergilerken, çiya müsilağı, sadece çözünür amidleri (proteinler) ve polisakkaritler (lifler) fonksiyonel gruplarını temsil eden  $1700$  ve  $1000\text{ cm}^{-1}$  arasında daha az bant göstermiştir. Çiya proteini ile ilgili bantlar, temsil edilen tüm spektrumlarda  $3200$  ile  $3500\text{ cm}^{-1}$  'de gözlenen iletim ölçümlerinde gösterilmiş ve  $3394$ ,  $3414$  ve  $3402\text{ cm}^{-1}$  'deki geniş bantlarda protein içeriğinin ( $\text{N-H}$ ) gerilmesini temsil etmiştir. Çiya tohumları ve müsilağ için sırasıyla  $1739\text{-}1537\text{ cm}^{-1}$  ve  $1618\text{-}1915\text{ cm}^{-1}$  bölgesi, proteini karakterize eden amid I

gruplarının varlığını işaretlemek için kullanılmıştır. 2872, 2933 ve 2922  $\text{cm}^{-1}$ 'deki geniş bant, aromatik halkaların ve yağ içeriğini temsil eden metil grubunun -C-H gerilmesini göstermiştir.

Fang ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada keten tohumu jelinin FTIR spektrumları 10 karakteristik bant sunmuştur. 3400  $\text{cm}^{-1}$ 'de gözlemlenen geniş ve güçlü bir tepe, hidroksil grubunun (OH) gerilme titreşiminin varlığını göstermiştir 2934  $\text{cm}^{-1}$ 'de zayıf bir gerilme titreşiminin varlığı, doymuş C --- H (serbest şekerin simetrik ve asimetrik) bağlarının varlığını ortaya koymuştur 1610  $\text{cm}^{-1}$ 'deki C = O asimetrik germe titreşimi, keten tohumu jelindeki üronik asitlerin varlığı göstermiştir. 1415  $\text{cm}^{-1}$ 'deki emilim, C – O germe titreşimi olarak adlandırılmıştır.



**Şekil 4. 10.2** Keten tohumu jelinin FTIR spektrumu

## 5. SONUÇ

Gerçekleştirilen proje kapsamında farklı oranlarda yumurta ikamesi olarak kullanılan çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ile pankek üretimi yapılmıştır. Elde edilen pankek hamurlarının ve pankek örneklerinin fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerinin belirlenmesi için analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında Yayla Gurme çiya ve keten tohumu kullanılmıştır. Buğday unu, yumurta beyazı, şeker, tuz, kabarma tozu ve su yerel marketlerden temin edilmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan nem analizi sonuçlarına bakıldığında %50 ve %100 keten tohumu içeren örneklerin nem içeriklerinin birbirinden anlamlı bir şekilde farklı olmadığı, ancak nem içeriklerinin kontrol örneğinden farklı olduğu görülmektedir. Aynı durumun çiya jeli içeren örnekler için de geçerli olduğu gözlemlenmiştir. çiya jeli kullanılarak hazırlanan örneklerin en yüksek nem içeriğine sahip örnekler olduğu görülmüştür. Kullanılan yumurta ikamesinin pankek örneklerinin nem içeriğini etkilediği gözlemlenmiştir. Ancak kullanılan yumurta ikamesi oranının ise örneklerin nem içeriğinde bir fark oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Farklı formülasyonlarla oluşturulan pankek örneklerinin kül içeriğine bakıldığında örnekler arasında kül içeriği bakımından bir fark görülmemiştir. Kullanılan yumurta ikamesi ve kullanım oranı, örneklerin kül içeriğinde herhangi bir değişime yol açmamıştır.

Pankek örneklerinin kurumaddede yüzde protein içeriklerine bakıldığında en düşük protein içeriğinin  $7,7734 \pm 1,56342$  ile kontrol örneğinde bulunduğu görülmüştür. çiya ve keten tohumu jeli eklenmiş örnekler ile kontrol örneğine kıyaslandığında kurumaddede protein miktarında anlamlı bir artış meydana gelmiştir. çiya jeli ve keten tohumu jelinin farklı oranlarda kullanılması ile hazırlanan örnekler arasında kurumaddede protein açısından anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir.

Örnekler kurumaddede ham yağ içeriği açısından karşılaştırıldığında, aralarında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Kül miktarında da olduğu gibi, çiya jeli ve keten tohumu jelinin farklı oranlarda kullanımı ile kurumaddede ham yağ miktarında anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir.

Yumurta, iya jeli ve keten tohumu jeli kullanımı ve oranları su aktivitesi üzerinde bir etki yaratmamıştır. En yüksek hamur pH değeri iya jeli ile hazırlanan örneklerde gözlemlenmiştir. %50 keten tohumu içeren örneğin pH değeri kontrol örneğinden farklı bulunmamışken, keten tohumu jeli oranının arttırılması ile pH değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Kullanılan yumurta ikamesi tipi ve oranının örneklerin tekstürel özelliklerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmadığı belirlenmiştir.

Örnekler pişme kaybı açısından değerlendirildiğinde kontrol örneğinin  $16,5532 \pm 1,10832$  ile en yüksek pişme kaybına sahip olduğu belirlenmiştir. %50 keten tohumu jeli, %100 keten tohumu jeli ve %100 iya tohumu jeli içeren örneklerin pişme kaybının kontrol örneğine göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. %50 iya jeli içeren örneğin kontrol örneği, %50 keten tohumu jeli, %100 keten tohumu jeli ve %100 iya tohumu jeli içeren örnekler ile pişme kaybı açısından benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Örnekler pişirme verimi açısından incelendiğinde en düşük pişirme verimine sahip örneğin kontrol örneği olduğu bulunmuştur. %50 keten tohumu jeli kullanımının kontrol örneği ile kıyaslandığında pişirme verimini arttırdığı gözlemlenmiştir.

Farklı formülasyonlar ile oluşturulan pankek örneklerinin iç rengine bakıldığında %100 iya jeli ile hazırlanan örneğin diğer örneklerle kıyaslandığında daha düşük L değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Örneklerin iç kısmında en yüksek a değeri %100 iya jeli içeren örnekte gözlemlenmiştir. Örnekler b değeri açısından kıyaslandığında en düşük b değerini  $13,0467 \pm 0,22811$  ile %100 iya jeli içeren örnek göstermiştir. Pankek örnekleri dış kısmının renkleri açısından karşılaştırıldığında en düşük L değerini  $44,0633 \pm 3,00733$  ile kontrol örneği göstermiştir. Dış kısmının a değerlerine bakıldığında en yüksek a değeri  $10,8500 \pm 1,14346$  ile kontrol örneğinde gözlemlenmiştir.

Farklı oranlarda iya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren pankeklere görünüş açısından değerlendirildiğinde; en beğenilen kek örneğinin %100 oranında yumurta içeren örneğe ait olduğu belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları renk açısından incelendiğinde ise; farklı oranlarda iya tohumu jeli ve keten tohumu jeli içeren örneklerin renk değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. En yüksek renk değerine sahip pankek ise %100 iya tohumu jeli içeren pankek örneği olmuştur.

Farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jellerinin doku üzerine olan etkisi incelendiğinde; farklı oranlarda yumurta ikamesi kullanılmasının dokuyu iyileştirdiği sonucuna varılmıştır.

Pankek örneklerinin lezzet değerlendirmesinde; örneklere yumurta ikamesi olarak farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ilavesinin artmasıyla keklerin lezzet değerleri düşüş göstermiştir. En yüksek puan yumurta ikamesi içermeyen pankek örneğine ait olmuştur. Genel beğeni değerlendirmesinde ise; en beğenilen örnek kontrol örneği olmuştur. Örneklere farklı oranlarda çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli ilavesi sonucunda beğeni değerleri düşmektedir. Duyusal analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; %100 ve %50 oranlarında keten tohumu içeren örnekler daha düşük puan almıştır.

Yüksek oranda keten tohumu içeren örneklerde oluşan aşırı tatlılık nedeniyle tüketici tarafından daha az tercih edildiği düşünülmektedir. Pankek örneklerinin tüketici tarafından genel kabul edilebilirlik değerleri ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

Üretilen örneklerin mikro-yapısının belirlenmesi amacıyla taramalı elektron mikroskopisi kullanılmıştır. Farklı oranlarda kullanılan çiya tohumu jeli ile üretilen pankek örneklerinin x1000 büyütme oranı ile mikrografları incelendiğinde çiya tohumu jeli ve keten tohumu jeli oranının artmasıyla, gaz hücrelerinin sayısının da azaldığı görülmüştür. Formülasyondaki çiya tohumu jelinin artması ile örneğin daha katmanlı ve kırılğan bir yapı gösterdiği gözlemlenmiştir. %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.

Çiya jeli ve keten tohumu jelinin yapılarının analiz edilmesi amacıyla Fourier Dönüşümlü Kızıl Ötesi Spektrometresi kullanılmıştır. Çiya tohumu jeli örnekleri için 3100, 3700  $\text{cm}^{-1}$  deki geniş bantlarda protein içeriğinin (N-H) gerilmesini temsil etmiştir. 1700-1550  $\text{cm}^{-1}$  ve 1600-1980  $\text{cm}^{-1}$  bölgesi, proteini karakterize eden amid I gruplarının varlığını göstermiştir. Ayrıca 1080  $\text{cm}^{-1}$  'de bant, 1 → 4 glikosidik bağ halkası titreşimi ve C-OH bükülmesinin C-O-C'sini göstermekle beraber polisakkaritlerin özelliği olarak kabul edilmiştir.

Keten tohumu jeli için 1600  $\text{cm}^{-1}$  C = O asimetric germe titreşimi, keten tohumu jelindeki bağlı suyun varlığını gösteren karboksil grubuna bağlı olduğu tespit edilmiştir. 1400

cm<sup>-1</sup> deki emilim, C – O germe titreşimi olarak adlandırılmakla birlikte üronik asitlerin varlığı olarak yorumlanmıştır. 3100 cm<sup>-1</sup> 'de gözlemlenen geniş ve güçlü bir tepe ise hidroksil grubunun (OH) gerilme titreşiminin varlığını göstermiştir. Çiya jeli ve keten tohumu jelinin yapılarının analiz edilmesi amacıyla Fourier Dönüşümlü Kızıl Ötesi Spektrometresi sonucu elde edilen migrograflar literatürde yer alan diğer çalışmalarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Proje kapsamı ve yapılan araştırmalar kapsamında; yumurta alerjisi, vegan diyet tercihleri vb. bazı nedenlerle yumurta tüketmeyen bireylerin tüketimine uygun, tamamen bitkisel kaynaklı yumurta ikamesi içeren pankek üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, çiya jeli ve keten tohumunun yumurta ikamesi olarak kullanımı ve elde edilen ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Önemli bitkisel protein kaynakları olan keten tohumu ve çiya jelinin yumurta ikamesi olarak kullanılması ile elde edilen pankeklerin, yumurta alerjisi olan bireyler, vegan beslenme şeklini benimseyen bireyler ve farklı nedenlerle hayvansal protein kaynaklarını tercih etmeyen bireylerin tüketimine uygun ve öncelikli tercih edilen ürünler arasında olacağı düşünülmektedir.

## 6. REFERANSLAR

- Abhay Kumar, N., Prasada Rao, U. J. S., Jeyarani, T. ve Indrani, D., 2017, Effect of ingredients on rheological, physico-sensory, and nutritional characteristics of omega-3-fatty acid enriched eggless cake, *Journal of texture studies*, 48(5), 439-449.
- 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, *Journal of Food Quality*, 39(5), 425-435.
- Altan, O., Akbas, Y., Sevgican, F. ve Erkek, R., 1997, Effects of cold storage on egg quality, *Turkish Journal Of Veterinary And Animal Sciences*, 21, 335-340.
- Anar, Ş. 2016, Yumurta ve Yumurta Ürünleri, 1. Baskı, Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Bursa.
- Aslan, R., 2019. Fonksiyonel Gıda: Besinler İlacımız Olabilir mi?, *Ayrıntı Dergisi*, 7(77).
- Aydın, D., Rashid, S. ve Aydın, R., 2014, Tavuk yumurtası ve kolesterol gerçeği, *Tarım ve Doğa Dergisi*, 17(3), 26.
- Ayerza, R. ve Coates, W., 2001, Chia Seeds: New Source of Omega-3 Fatty Acids, Natural Antioxidants, and Dietetic Fiber, Southwest Center for Natural Products Research & Commercialization, Office of Arid Lands Studies: Tucson.
- Ayerza, R. ve Coates, W., 2011, Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.), *Ind. Crops Prod.*, 34, 1366–1371.
- Bashir, S., Masud, T., Latif, A., 2006, Effect of flaxseed (*Linum usitatissimum*) on the baking properties of cakes and cookies, Department of Food Technology, University of Arid Agriculture Rawalpindi, Pakistan.
- Beltrán-Orozco, M.C. ve Romero, M.R., 2003, La Chía, Alimento Milenario; Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos, E. N. C. B., I. P. N., Mexico.
- Borlu, M. H., 2009, Lavaş ekmeğine farklı seviyelerde keten (*Linum usitatissimum*) tohumunu katkılmasının hamur ve ekmek özellikleri üzerine etkisi, omega 3, omega 6 ve lignan açısından değişimin belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Borneo, R., Aguirre, A. ve León, A. E., 2010, Chia (*Salvia hispanica* L) Gel Can Be Used as Egg or Oil Replacer in Cake Formulations, *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6), 946–949.

Bresson, J. L., Flynn, A., Heinonen, M., Hulshof, K., Korhonen, H., Lagiou, P. ve Palou, A., 2009, Opinion on the safety of 'Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and ground whole Chia seeds' as a food ingredient [1]: Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies, EFSA Journal, 7(996).

Brownlee, I. , 2014, The impact of dietary fibre intake on the physiology and health of the stomach and upper gastrointestinal tract, *Bioactive Carbohydrate and Dietary Fibre*, 4(2), 155-169.

Busilacchi, H., Bueno, M., Severin, C., Di Sapio, O., Quiroga, M. ve Flores, V., 2013, Evaluación de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina), *Cultivos tropicales*, 34(4), 55-59.

Bustamante, M., Oomah, B. D., Rubilar, M. ve Shene, C., 2017, Effective *Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium infantis* encapsulation with chia seed (*Salvia hispanica* L.) and flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage and soluble protein by spray drying, *Food chemistry*, 216, 97-105.

Calder, P.C. ve Yaqoob, P., 2009, Omega-3 polyunsaturated fatty acids and human health outcomes, *BioFactors*, 35, 266–272.

Chen, H. H., Xu, S. Y. ve Wang, Z., 2006, Gelation properties of flaxseed gum, *Journal of food engineering*, 77(2), 295-303.

Chetana, Sudha, M. L., Begum, K. ve Ramasarma, P. R., 2010, Nutritional characteristics of linseed/flaxseed (*Linum usitatissimum*) and its application in muffin making, *Journal of texture studies*, 41(4), 563-578.

Chicco, A.G., D'Alessandro, M.E., Hein, G.J., Oliva, M.E. ve Lombardo, Y.B., 2009, Dietary chia seed (*Salvia hispanica* L.) rich in alpha-linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriacylglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats, *Br. J. Nutr.*, 101, 41–50.

Choo, W. S., Birch, J. ve Dufour, J. P., 2007, Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4), 202-211.

Ciriolo, M. R., Desideri, A., Paci, M. ve Rotilio, G., 1990, Reconstitution of Cu, Zn-superoxide dismutase by the Cu (I). glutathione complex, *Journal of Biological Chemistry*, 265(19), 11030-11034.

Coates, W., 1996, Production potential of chia in northwestern Argentina, *Industrial Crops and Products*, 5(3), 229-233.

Coorey, R., Grant, A. ve Jayasena, V., 2012, Effects of chia flour incorporation on the nutritive quality and consumer acceptance of chips, *J Food Res.*, 1(4), 85-95.

Coşkuner, Y. ve Karababa, E., 2007, Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L., *Journal of food Engineering*, 78(3), 1067-1073.

Çakır, S. Ve Yalçın, S., 2004, Yumurta Kolesterol Düzeyine Etki Eden Faktörler, *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 44(1), 51-63

Çakmakçı, S. ve Tahmas-Kahyaoğlu, D., 2012, Yağ Asitlerinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkilerine Genel Bir Bakış, *Academic Food Journal/Akademik GIDA*.

Çelebi, Ş. ve Karaca, H., 2006, Yumurtanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2), 257-265.

Çelebi, Ş., Kaya, H. ve Kaya, A. (2017). Omega-3 Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 32(2).

Dabrosin, C., Chen, J., Wang, L. ve Thompson, L. U., 2002, Flaxseed inhibits metastasis and decreases extracellular vascular endothelial growth factor in human breast cancer xenografts, *Cancer letters*, 185(1), 31-37.

Darwish, A. Khalifa, R.E, El-Sohaimy, S.A., 2018, Functional Properties of Chia Seed Mucilage Supplemented In Low Fat Yoghurt, *Alexandria Science Exchange Journal*, Vol. 39, No.3.

De Aguiar, A. C., Boroski, M., Monteiro, A. R. G., De Souza, N. E. ve Visentainer, J. V., 2011, Enrichment of whole wheat flaxseed bread with flaxseed oil, *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(5), 605-609.

Eggesbø, M., Botten, G., Halvorsen, R. ve Magnus, P., 2001, The prevalence of allergy to egg: a population-based study in young children, *Allergy*, 56(5), 403-411.

El-Badry, A. M., Graf, R. ve Clavien, P. A., 2007, Omega 3–omega 6: what is right for the liver?, *Journal of hepatology*, 47(5), 718-725.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. ve Attia, H., 2011, Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review, *Food Chemistry*, 124, 411–421.

Epaminondas, P. S., Araújo, K. L. G. V., de Souza, A. L., Silva, M. C. D., Queiroz, N., Souza, A. L. ve Souza, A. G., 2011, Influence of toasting on the nutritious and thermal properties of flaxseed. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, 106(2), 551-555.

Erasmus, U., 1993, *Fats that heal, fats that kill: the complete guide to fats, oils, cholesterol, and human health*. Book Publishing Company.

- Erdoğdu, M. ve Geçgel, Ü., 2019, Chia Tohumu (*Salvia hispanica* L.) ve Yağının Fizikokimyasal Özellikleri ve Gıda Sektöründe Değerlendirilmesi, *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (21), 9-17.
- Fang,S., Qiu,W.,Mei,J.,Xie,J.,2020, Effect of Sonication on the Properties of Flaxseed Gum Films Incorporated with Carvacrol, *International Journal of Molecular Sciences Article*, (21), 1637.
- Fathima, S. S. ve Kabra, S., 2015, Effect of Incorporating Different Amounts of Chia to Develop a Nutritious Kulfi, *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online)*, 2319-7064.
- Fernández, I., Ayerza, R., Coates, W., Vidueiros, S.M., Slobodianik, N. ve Pallaro, A.N., 2006, Nutritional characteristics of chia, In *Actualización en Nutrición*; Office of Arid Lands Studies, The University of Arizona: Tucson, 23–25.
- Frampton, C., 1997. Eggs and Egg Products (Edited by A. J. Walter) .The Technology of Cake Making, 6th Edition, Springer Publishing, s.18-25.
- Gallo, L. R. dos R., Assunção Botelho, R. B., Ginani, V. C., de Lacerda de Oliveira, L., Riquette, R. F. R. ve Leandro, E. dos S., 2020, Chia (*Salvia hispanica* L.) Gel as Egg Replacer in Chocolate Cakes: Applicability and Microbial and Sensory Qualities After Storage, *Journal of Culinary Science and Technology*, 18(1), 29–39.
- Gardner, F. A., BECK, M. L. ve Denton, J. H., 1982, Functional quality comparison of whole egg and selected egg substitute products, *Poultry Science*, 61(1), 75-78.
- Gogus, U. ve Smith, C., 2010, n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge, *International Journal of Food Science & Technology*, 45(3), 417-436.
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S. ve Sihag, M., 2014, Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food, *Journal of food science and technology*, 51(9), 1633-1653.
- Grizio, M. ve Spetch, L., 2016, Plant-Based Egg Alternatives: Optimizing for Functional Properties and Applications, The Good Food Institute,
- Hanczakowska, E. ve Świątkiewicz, M., 2014, Legume seeds and rapeseed press cake as replacers of soybean meal in feed for fattening pigs, *Annals of Animal Science*, 14(4), 921-934.
- Hargreaves, S. M., Zandonadi, R. P., 2018, Flaxseed and Chia Seed Gel on Characteristics of Gluten-Free Cake. *Journal of Culinary Science & Technology*, 16(4), 378-388.
- Heck, R. T., Vendruscolo, R. G., de Araújo Etchepare, M., Cichoski, A. J., de Menezes, C. R., Barin, J. S. ve Campagnol, P. C. B., 2017, Is it possible to produce a low-fat burger with a

healthy n-6/n-3 PUFA ratio without affecting the technological and sensory properties?, Meat science, 130, 16-25.

Hedayati, S., & Mazaheri Tehrani, M., 2018, Effect of total replacement of egg by soymilk and lecithin on physical properties of batter and cake. Food science & nutrition, 6(4), 1154-1161.

Hertog, M. G., Hollman, P. C. ve Van de Putte, B., 1993, Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines, and fruit juices. Journal of agricultural and food chemistry, 41(8), 1242-1246.

Hoang, H. D., 2012, Evaluation of pea protein and modified pea protein as egg replacers (Doctoral dissertation, North Dakota State University).

Hrncic, M. K., Ivanovski, M., Cör, D. Ve Knez, Z., 2020, Chia Seeds (*Salvia Hispanica* L.): An overview-phytochemical profile, isolation methods and application, Molecules, 25(1).

Hui, Y. H. ve Sherkat, F., 2005, Handbook of food science, technology, and engineering-4 volume set, CRC press, 153-4.

Hussain, S., Anjum, F. M., Butt, M. S., Khan, M. I. ve Asghar, A., 2006, Physical and sensoric attributes of flaxseed flour supplemented cookies, Turkish Journal of Biology, 30(2), 87-92.

Ivanov, S., Rashevskaya, T. ve Makhonina, M., 2011, Flaxseed additive application in dairy products production, Procedia Food Science, 1, 275-280.

Ixtaina, V. Y., Nolasco, S. M. ve Tomas, M. C., 2008, Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, Industrial crops and products, 28(3), 286-293.

İşleroğlu, H. ve Yıldırım, Z. Y. M., 2005, Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2005(2), 23-30.

Johnson, R., 2013, Science&Food, Baking Without Eggs.

Johnsson, P., Kamal-Eldin, A., Lundgren, L. N. ve Åman, P., 2000, HPLC method for analysis of secoisolariciresinol diglucoside in flaxseeds, Journal of agricultural and food chemistry, 48(11), 5216-5219.

Kajla, P., Sharma, A. ve Sood, D. R., 2015, Flaxseed—a potential functional food source, Journal of food science and technology, 52(4), 1857-1871.

Karabulut, H. A. ve Yandı, İ., 2006, Su Ürünlerindeki Omega-3 Yağ Asitlerinin Önemi ve Sağlık Üzerine Etkisi, Su Ürünleri Dergisi, 23(3), 339-342.

Kaur, M., Kaur, R. ve Punia, S., 2018, Characterization of mucilages extracted from different flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars: A heteropolysaccharide with desirable functional and rheological properties. International journal of biological macromolecules, 117, 919-927.

- Killeit, U., 2019, The chemical composition and nutritional value of chia seeds – current state of knowledge, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 115(9), 1-16.
- Kiosseoglou, V. ve Paraskevopoulou, A., 2005, Molecular interactions in gels prepared with egg yolk and its fractions, *Food Hydrocolloids*, 19(3), 527-532.
- Klupšaitė, D. ve Juodeikienė, G., 2015, Legume: composition, protein extraction and functional properties. A review, *Chemical Technology*, 66(1), 5-12.
- Kuhn, K. R. ve Cunha, R. L., 2012, Flaxseed oil–whey protein isolate emulsions: effect of high pressure homogenization, *Journal of Food Engineering*, 111(2), 449-457.
- Lattimer, J. M. ve Haub, M. D., 2010, Effects of dietary fiber and its components on metabolic health, *Nutrients*, 2, 1266–1289.
- Lee, S., Inglett, G.E., Carriere, C.J., 2004, Effect of nutrim oat bran and flaxseed on rheological properties of cakes, *Cereal Chemistry*, 81(5), 637-642.
- Lin, X., Gingrich, J. R., Bao, W., Li, J., Haroon, Z. A. ve Demark-Wahnefried, W., 2002, Effect of flaxseed supplementation on prostatic carcinoma in transgenic mice, *Urology*, 60(5), 919-924.
- Lipilina, E. ve Ganji, V., 2009, Incorporation of ground flaxseed into bakery products and its effect on sensory and nutritional characteristics—a pilot study, *Journal of Foodservice*, 20(1), 52-59.
- Lu, Y. ve Foo, L. Y., 2002, Polyphenolics of *Salvia*—a review. *Phytochemistry*, 59(2), 117-140.
- Mann, J. I. ve Cummings J. H., 2009, Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre, *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 19, 226-229.
- Mazza, G. (Ed.), 1998, *Functional foods: biochemical and processing aspects*, 1, CRC Press.
- Meester, F., Watson, R.R., Ayerza, R. ve Coates, W.E., 2008, Chia Seeds and the Columbus Concept, in *Wild-Type Food in Health Promotion and Disease Prevention*; Humana Press: Totowa, NJ, 377–392.
- MEGEP, 2007, *Yiyecek İçecek Hizmetleri, Besin Grupları*, Ankara.
- Mohd Ali, N., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W. ve Tan, S. G., 2012, The promising future of chia, *Salvia hispanica* L., *BioMed Research International*.
- Mol, S., 2008, Balık Yağı Tüketimi Ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, *Journal of FisheriesSciences.com*, 2(4), 601-607.

Morris, M. C., Evans, D. A., Bienias, J. L., Tangney, C. C., Bennett, D. A., Wilson, R. S. ve Schneider, J., 2003, Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident Alzheimer disease, *Archives of neurology*, 60(7), 940-946.

Moure, A., Sineiro, J., Domínguez, H. ve Parajó, J. C., 2006 Functionality of oilseed protein products: a review, *Food research international*, 39(9), 945-963.

Mudgil, D. ve Barak, S., 2013, Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review, *International Journal of Biological Macromolecules*, 61, 1-6.

Muñoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O. ve Aguilera, J. M., 2013, Chia seed (*Salvia hispanica*): an ancient grain and a new functional food, *Food reviews international*, 29(4), 394-408.

Muñoz, L.A., Cobos, A., Diaz, O. ve Aguilera, J.M., 2012, Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration., *J. Food Eng.*, 108, 216–224.

Naber, E. C., 1976, The cholesterol problem, the egg and lipid metabolism in the laying hen, *Poultry Science*, 55(1), 14-30.

Nwachukwu, I. D. ve Aluko, R. E., 2018, Physicochemical and emulsification properties of flaxseed (*Linum usitatissimum*) albumin and globulin fractions, *Food chemistry*, 255, 216-225.

Orozco de Rosas, G., Durán Puga, N., González Eguiarte, D. R., Zarazúa Villaseñor, P., Ramírez Ojeda, G. ve Mena Munguía, S., 2014, Proyecciones de cambio climático y potencial productivo para *Salvia hispanica* L. en las zonas agrícolas de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(10), 1831-1842.

Özkal, S. G., 2009, Response surface analysis and modeling of flaxseed oil yield in supercritical carbon dioxide, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(11), 1129-1135.

Palma, F., Donde, M. ve Lloyd, W. R., 1947, Fixed oils of Mexico: I. Oil of Chia-*Salvia hispanica*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 24(1), 27-28.

Paraskevopoulou, A., Donsouzi, S., Nikiforidis, C. V. ve Kiosseoglou, V., 2015, Quality characteristics of egg-reduced pound cakes following WPI and emulsifier incorporation, *Food Research International*, 69, 72–79.

Partanen, K., Siljander-Rasi, H. ve Alaviuhkola, T., 2006, Feeding weaned piglets and growing-finishing pigs with diets based on mainly home-grown organic feedstuffs, *Agricultural and Food Science*, 15(2), 89-105.

Peiretti, P. G. ve Gai, F., 2009, Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth, *Animal Feed Science and Technology*, 148(2-4), 267-275.

- Pellegrini, N. ve Agostoni, C., 2015, Nutritional aspects of gluten-free products, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(12), 2380–2385.
- Pohjanheimo, T. A., Hakala, M. A., Tahvonen, R. L., Salminen, S. J. ve Kallio, H. P., 2006, Flaxseed in breadmaking: Effects on sensory quality, aging, and composition of bakery products, *Journal of Food Science*, 71(4), 343-348.
- Prasad, K., 2001, Secoisolariciresinol diglucoside from flaxseed delays the development of type 2 diabetes in Zucker rat, *Journal of laboratory and clinical medicine*, 138(1), 32-39.
- Prasad, K., 2009, Flaxseed and cardiovascular health, *Journal of cardiovascular pharmacology*, 54(5), 369-377.
- Rabetafika, H. N., Van Remoortel, V., Danthine, S., Paquot, M. ve Blecker, C., 2011, Flaxseed proteins: food uses and health benefits. *International journal of food science & technology*, 46(2), 221-228.
- Radak, Z., Hart, N., Marton, O. ve Koltai, E., 2012, Regular exercise results in systemic adaptation against oxidative stress, In *Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 3855-3869.
- Rajiv, J., Indrani, D., Prabhasankar, P. ve Rao, G. V., 2012, Rheology, fatty acid profile and storage characteristics of cookies as influenced by flax seed (*Linum usitatissimum*) *Journal of food science and technology*, 49(5), 587-593.
- Ratnayake, W. S., Geera, B. ve Rybak, D. A., 2011, Effects of egg and egg replacers on yellow cake product quality, *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(1), 21-29.
- Robin, F., Schuchmannb, H. ve Palzer S., 2012, Dietary fiberin extruded cereals: Limitations and Opportunities. *Trends in FoodScience & Technology*, 28, 23-32.
- Romankiewicz, D., Hassoon, W. H., Cacak-Pietrzak, G., Sobczyk, M., Wirkowska-Wojdyła, M., Ceglińska, A., Dziki, D., 2017, The effect of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) addition on quality and nutritional value of wheat bread. *Journal of Food Quality*, 2017.
- Rufino, M. S., Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Alves, R. E., de Brito, E., Oliveira, M. ve Saura-Calixto F. , 2011, Açai (*Euterpe oleraceae*), BRS Pará: A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil, *Food Research International*, 44, 2100–2106.
- Samur, G., 2008, Kalp Damar Hastalıklarında Beslenme. Hacettepe Üniversitesi-Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara.
- Savage, J. H., Matsui, E. C., Skripak, J. M. ve Wood, R. A., 2007, The natural history of egg allergy, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 120(6), 1413-1417.

- Setayesh, M., Sadeghifar, A. R., Nakhaee, N., Kamalinejad, M. ve Rezaeizadeh, H., 2017, A topical gel from flax seed oil compared with hand splint in carpal tunnel syndrome: a randomized clinical trial, *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, 22(3), 462-467.
- Shakir, K. F. ve Madhusudhan, B., 2007, Hypocholesterolemic and hepatoprotective effects of flaxseed chutney: Evidence from animal studies, *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 22(1), 117.
- Silva, F. G. D., Hernández-Ledesma, B., Amigo, L., Netto, F. M. ve Miralles, B., 2017, Identification of peptides released from flaxseed (*Linum usitatissimum*) protein by Alcalase® hydrolysis: Antioxidant activity, *LWT-Food Science and Technology*, 76, 140-146.
- Singh, J., Kaur, L. ve McCarthy, O. J., 2007, Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications—A review. *Food hydrocolloids*, 21(1), 1-22.
- Sironi, E., Sessa, F., Duranti, M., 2005, A simple procedure of lupin seed protein fractionation for selective food applications, *European Food Research and Technology*, 221(1-2), 145-150.
- Söderberg, J., 2013, Functional properties of legume proteins compared to egg proteins and their potential as egg replacers in vegan food, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of Food Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Sung, W. C., Chiu, E. T., Sun, A., Hsiao, H. I., 2020, Incorporation of chia seed flour into gluten-free rice layer cake: Effects on nutritional quality and physicochemical properties. *Journal of Food Science*, 85(3), 545-555.
- Svec, I. ve Hrušková, M., 2017, Effect of chia and teff supplement on dietary fibre content, non-fermented dough and bread characteristics from wheat and wheat- barley flours, *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 65(2), 727–736.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Aile ve Tüketici Hizmetleri, 2006, Çırpılarak Hazırlanan Hamurlar, Ankara.
- Taga, M. S., Miller, E. E. ve Pratt, D. E., 1984, Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(5), 928-931.
- Taga, M.S., Miller, E.E. ve Pratt, D.E., 1984, Chia seeds as a source of natural lipids antioxidants., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61, 928–932.
- Tayar, M., Korkmaz Haşıl, N. ve Özkeleş, E. H., 2017, Beslenme İlkeleri, Dora Basım-yayın Ltd, 283-286.

- Tecante, A., Reyes-Caudillo, E. ve Valdivia-López, 2008, M.A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, *Food Chem.*, 107, 656–663.
- Thacker, P. A.ve Qiao, S., 2002, Performance, digestibility and carcass characteristics of growing/finishing pigs fed barley-based diets supplemented with an extruded or unextruded blend of peas and canola seed or meal, *Asian-australasian journal of animal sciences*, 15(1), 102-105.
- Timilsena, Y. P., Vongsivut, J., Adhikari, R. ve Adhikari, B., 2017, Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil. *Food Chemistry*, 228, 394-402.
- Tirgar, M., Silcock, P., Carne, A. ve Birch, E. J., 2017, Effect of extraction method on functional properties of flaxseed protein concentrates. *Food chemistry*, 215, 417-424.
- Tunçil, Y. E. ve Çelik, Ö. F., 2019, Total phenolic contents, antioxidant and antibacterial activities of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) having different coat color, *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(1), 113-120.
- Turan, H., Erkoyuncu, İ. ve Kocatepe, D., 2013, Omega-6, omega-3 yağ asitleri ve balık, *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 45-50.
- TGKY, 2014, Yumurta tebliği, *Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği*, Tebliğ no:2014/55, T.C. Resmi Gazete Sayı:29211.
- Uhlman, J., Schumacher, J., 2014, Sensory and objective evaluation of pumpkin bars using ground flaxseed or sweet potato baby food as egg replacers, *International Journal of Advanced Nutritional and Health Science*, 2(1), 89-97.
- United States Department of Agriculture Research Service, 2017, USDA Food Composition Database. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/11542?manu=&fgcd=&ds=> . 4.03.2020.
- United States Department of Agriculture Research Service, 2019, USDA Food CompositionDatabase [https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food\\_details/170554/nutrients](https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food_details/170554/nutrients) , 05.06.2020.
- United States Department of Agriculture Research Service, USDA, 2011, National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24, Nutrient Data Laboratory Home Page.
- Valdivia-López, M. Á. ve Tecante, A., 2015, Chia (*Salvia hispanica*): a review of native Mexican seed and its nutritional and functional properties. In *Advances in food and nutrition research*, 75, 53-75.

- Van der Goot, A. J., Pelgrom, P. J., Berghout, J. A., Geerts, M. E., Jankowiak, L., Hardt, N. A. ve Boom, R. M., 2016, Concepts for further sustainable production of foods, *Journal of Food Engineering*, 168, 42-51.
- Vázquez-Ovando, A., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L. ve Betancur-Ancona, D., 2009, Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.), *Food Science and Technology*, 42, 168–173.
- Waszkowiak, K. ve Rudzińska, M., 2014, Effect of flaxseed meals and extracts on lipid stability in a stored meat product. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(6), 979-987.
- Win, A. N., Xue, Y., Chen, B., Liao, F., Chen, F., Yin, N. ve Chai, Y., 2018, Chia (*Salvia hispanica*) experiment at a 30° N site in Sichuan Basin, China, *Ciência Rural*, 48(9).
- Yamashita, T., Sano, T., Hashimoto, T. ve Kanazawa, K. (2007). Development of a method to remove cyanogen glycosides from flaxseed meal. *International Journal of food science & Technology*, 42(1), 70-75.
- Yogesh, K., Langoo, B. A., Sharma, S. K. ve Yadav, D. N., 2015, Technological, physico-chemical and sensory properties of raw and cooked meat batter incorporated with various levels of cold milled flaxseed powder, *Journal of food science and technology*, 52(3), 1610-1617.
- Yurt, M. ve Gezer, C., 2018, Chia Tohumunun (*Salvia Hispanica*) Fonksiyonel Özellikleri ve Sağlık Üzerine Etkileri, *Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gıda*, 43(3), 446–460.
- Yüceer, M., 2007, Kolesterolü Azaltılmış Yumurta Sarısı Üretimi Ve Düşük Kolesterolü Mayonez Üretiminde Kullanımı, Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yüceer, M., Temizkan, R. ve Caner, C., 2012, Fonksiyonel Gıda Olarak Yumurta: Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 10(4).
- Yüksel, F., Akdoğan, H. B. ve Çağlar, S., 2018 Keten tohumu ile zenginleştirilmiş eriştelerin fizikokimyasal, duyuşal, pişme özellikleri ve yağ asidi kompozisyonun belirlenmesi, *Gıda*, 43(2), 222-230.
- Zettel, V. ve Hitzmann, B., 2018, Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products, *Trends in Food Science & Technology*, 80, 43-50.