ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PREBİYOTİK VE KALORİSİ AZALTILMIŞ KAKAOLU FINDIK KREMASI ÜRETİMİ

Ayşe Nur ERTUĞRUL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2023

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Ayşe Nur ERTUĞRUL tarafından hazırlanan **"Prebiyotik ve Kalorisi Azaltılmış Kakaolu Fındık Kreması Üretimi"** adlı tez çalışması 07/02/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Doç. Dr. Oğuz AYDEMİR

Jüri Üyeleri **:**

Başkan **:** Doç. Dr. Emin Burçin ÖZVURAL
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Doç. Dr. Oğuz AYDEMİR
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Doç. Dr. İlyas ATALAR
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**Prebiyotik ve Kalorisi Azaltılmış Kakaolu Fındık Kreması Üretimi**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (07/02/2023).

Ayşe Nur ERTUĞRUL

Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından MF211221L32 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PREBİYOTİK VE KALORİSİ AZALTILMIŞ KAKAOLU FINDIK KREMASI ÜRETİMİ

Ayşe Nur ERTUĞRUL

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Oğuz AYDEMİR

Bu tez çalışması kapsamında kakaolu fındık kreması üretiminde prebiyotik madde olarak inülin, tatlandırıcı olarak sukraloz, dolgu maddesi olarak izomalt ve yağ ikame maddesi olarak Litesse®, Fibersol®, Simplesse 100® ve Dairy-Lo® kullanılarak prebiyotik özellik kazandırılmış ve enerji değeri düşürülmüş kakaolu fındık kreması üretmek amaçlanmıştır. Üretilen kakaolu fındık kremalarının fiziksel, tekstürel, reolojik ve duyusal özellikleri analiz edilmiştir. Üretilen kakaolu fındık kremalarının hızlandırılmış yağ ayrılması ve su aktivitesi değerleri sırasıyla %8,27–11,73 ve 0,267–0,301 arasında değişim göstermiştir. Kakaolu fındık kremalarının d(0,1), d(0,5), d(0,9), D[3,2], D[4,3] ve dağılım genişliği değerleri sırasıyla 0,78–0,99, 3,63–5,77, 17,81–23,85, 2,00–2,53, 6,86–9,29 μm ve 3,45–6,36 aralığında bulunmuştur. Örnek çeşidinin sadece d(0,9) ve dağılım genişliği üzerine etkili olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Kullanılan sukraloz, inülin, dolgu maddesi izomalt ve yağ ikame maddeleri arasında tekstürel parametreleri olan sıkılık, sürülebilirlik, yapışkanlık ve tutunabilirlik üzerine etki yönünden önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Yağ ikame maddesi kullanımı görünür viskozite, konsistens katsayısı ve akma gerilimini önemli düzeyde artırmıştır ($p<0,05$). İnülinin L^*, a^* ve b^* değerlerini düşürücü etkisi tespit edilmiştir. Sukraloz, izomalt ve inülin kullanımı duyusal yönden tat–aroma ve yapı–tekstür özelliklerini olumsuz etkilemiştir. Ayrıca yağ ikamesi kullanımı, aynı duyusal parametreleri daha fazla olumsuz etkilemektedir. Bu anlamda olumsuz etkisi en az olan yağ ikamesinin Simplesse 100® olduğu görülmüştür.

2023, 87 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Kakaolu fındık kreması, Prebiyotik, Yağ ikamesi, Şeker azaltma, Tekstür, Reoloji

ABSTRACT

Master of Science Thesis

PREBIOTIC AND REDUCED-CALORIE COCOA HAZELNUT CREAM

Ayşe Nur ERTUĞRUL

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Oğuz AYDEMİR

In this thesis, it was aimed to produce cocoa hazelnut cream with prebiotic properties and reduced energy value by using inulin as a prebiotic substance, sucralose as a sweetener, isomalt as a filler/bulking agent and Litesse®, Fibersol®, Simplesse 100® and Dairy–Lo® as a fat replacers. The physical, textural, rheological and sensory properties of the produced cocoa hazelnut creams were analysed. Accelerated oil separation and water activity values of the cocoa hazelnut creams produced varied between 8.27%–11.73 and 0.267–0.301, respectively. The d(0.1), d(0.5), d(0.9), D[3,2], D[4,3] and span values of cocoa hazelnut creams were found in the range of 0.78–0.99, 3.63–5.77, 17.81–23.85, 2.00–2.53, 6.86–9.29 μm and 3.45–6.36, respectively. It was found that the sample type was effective only on d(0.9) and span ($p<0.05$). There was no significant difference among the used sucralose, inulin, isomalt and fat replacers in terms of the effect on the textural parameters of firmness, spreadability, stickiness and adhesivity ($p>0.05$). The use of fat replacer significantly increased the apparent viscosity, consistency coefficient and yield stress ($p<0.05$). It was determined that inulin decreased L^*, a^* and b^* values. The use of sucralose, isomalt and inulin adversely affected sensory properties, flavour–aroma and structure–texture. In addition, the use of fat replacers affects the same sensory parameters more negatively. In this sense, it was observed that the fat replacer with the least negative effect is Simplesse 100®.

2023, 87 pages

Keywords: Cocoa hazelnut cream, Prebiotic, Fat replacer, Reduced sugar, Texture, Rheology

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez “Prebiyotik Ve Kalorisi Azaltılmış Kakaolu Fındık Kreması Üretimi” adlı bu çalışma 2020-2023 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne “Yüksek Lisans Tezi” olarak sunulmuştur. Tezin amacı, duyusal açıdan kabul edilebilir kalorisi azaltılmış ve prebiyotik ilavesi yapılmış kakaolu fındık kreması üretmektir.

Tez konusunun belirlenmesinde ve laboratuvar çalışmalarında bilgi birikimiyle bana her zaman yardım eden ve anlayış gösteren saygı değer hocam Doç. Dr. Oğuz AYDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Reolojik analizlerin gerçekleştirilmesinde yardımları için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araş. Gör. Ayşegül BEŞİR'e teşekkür ederim.

Çalışmanın yürütülmesinde yararlı eleştirileriyle bana destek olan Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitisü Gıda ve Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Bu araştırma projesine sağladığı maddi destekten ötürü Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Bu uzun eğitim yolculuğunda her zaman yanımda olan ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili babam Mehmet Ali DİLMAÇ'a ve annem Resmi Gül DİLMAÇ'a, çalışmalarıma bilimsel katkılarından dolayı abim Doç. Dr. Ömer Faruk DİLMAÇ’a ve yengem Doç. Dr. Nesibe DİLMAÇ’a, eğitim hayatımda her an desteğini hissettiğim sevgili eşim Uğur ERTUĞRUL’a teşekkürlerimi sunarım.

Ayşe Nur ERTUĞRUL
Çankırı, Şubat 2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **10**
2. LİTERATÜR ÖZETİ **12**
2.1 Kakao **12**
2.2 Fındık **14**
2.3 Kakaolu Fındık Kreması **16**
2.4 Gıda Sanayinde Kullanılan Tatlandırıcılar **19**
2.4.1 Sukraloz **20**
2.4.2 İzomalt **21**
2.5 Yağ Yerine Geçen Maddeler **22**
2.5.1 Litesse® **23**
2.5.2 Fibersol® **24**
2.5.3 Simplesse® **25**
2.5.4 Dairy Lo® **26**
2.6 Gıdalarda Kullanılan Prebiyotikler **26**
2.6.1 İnülin **27**
2.7 Diyet ve Kalorisi Azaltılmış Ürünlerde Yapılan Benzer Çalışmalar **28**
3. MATERYAL VE METOT **35**
3.1 Materyal **35**
3.2 Metot **35**
3.1.1 Kakaolu fındık kreması üretimi **37**
3.1.2 Hızlandırılmış yağ ayrılması **39**
3.1.3 Su aktivitesi ölçümü **39**

3.1.4 Tekstür analizi 39
3.1.5 Parçacık boyut dağılımı 40
3.1.6 Reolojik analizler 40
3.1.7 Renk ölçümü 41
3.1.8 Duyusal analiz 41
3.1.9 İstatistik analiz 42
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 43
4.1 Hızlandırılmış Yağ Ayrılması Sonuçları 43
4.2 Su Aktivitesi Sonuçları 44
4.3 Tekstür analiz sonuçları 46
4.4 Parçacık Boyut Dağılımı (PBD) Analiz Sonuçları 47
4.5 Reolojik analiz sonuçları 50
4.6 Renk analiz sonuçları 56
4.7 Duyusal analiz sonuçları 58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 61
KAYNAKLAR 64
EKLER 73
ÖZGEÇMİŞ 88

SİMGELER DİZİNİ

a^*	Kırmızılık-yeşillik renk göstergesi
b^*	Sarılık-mavilik renk göstergesi
°C	Derece santigrat sıcaklık
G′	Depolama modülü
G″	Kayıp modülü
g	Gram
g.s	Gram saniye
Hz	Hertz
K	Konsistens katsayısı
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
L^*	Açıklık-koyuluk renk göstergesi
mm	Milimetre
n	Akış davranış indeksi
p	İstatistiksel anlamlılık
Pa	Paskal
pH	Hidrojen konsantrasyonun kologaritması
R^2	Determinasyon katsayısı
s	Saniye
ΔE^*	Renk farklılığı
η_{app}	Görünür viskozite
τ	Kayma gerilimi
τ_0	Akma gerilimi
$\dot{\gamma}$	Kayma hızı

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BW	Balmumu
CT	Konçlama süresi
DE	Dekstroz eşdeğeri
DL	Dairy Lo®
DNDS	Deglet nour hurma tohumları
DSIFC	Hurma tohumu çözünmez lif konsantresi
DSSFC	Hurma tohumu çözünür lif konsantresi
FDA	Gıda ve İlaç Dairesi
FI	Fibersol II®
FOS	Fruktooligosakkarit
GOS	Galaktooligoskkarit
HYA	Hızlandırılmış yağ ayrılması
İM	İzomalt
İMO	İzomaltooligosakkarit
LI	Litesse II®
MD	Maltodekstrin
MG	Monogliserit
PAS	Peynir altı suyu
PBD	Parçacık boyut dağılımı
PD	Polidekstroz
PW	Propolis mumu
SI	Simplesse 100®
USFDA	ABD Gıda ve İlaç İdaresi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Kakao Üretim Şeması (Anonim C)....14
Şekil 2.1 Dünya fındık ihracatı (2020, %) (Anonim 2022)....15
Şekil 2.2 Dünya fındık İthalatı (2020, %) (Anonim 2022)....15
Şekil 3.1 Kakaolu fındık kreması üretim diyagramı....37
Şekil 3.1 Çalışmada kullanılan melanjer....38
Şekil 3.2 Melanjer içi üretim görüntüsü....38
Şekil 3.3 Üretimi gerçekleştirilen kakaolu fındık kremalarının görüntüsü....39
Şekil 4.1 Kakaolu fındık kremalarının HYA (%) değerleri....44
Şekil 4.2 Kakaolu fındık kremalarının su aktivitesi değerleri....45
Şekil 4.3 Örneklerin parçacık boyut dağılımı (Bimodal)....48
Şekil 4.4 Kakaolu fındık kremalarının viskozite eğrileri....51
Şekil 4.5 Kakaolu fındık kreması örneklerinin depolama (G') ve kayıp modülü (G")....52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge1.1 Kakaonun bileşimi (Anonim A)..... 13
Çizelge 2.1 Fındığın Bileşimi (Anonim D)..... 16
Çizelge 3.1 Değişkenler üzerinden deneme planı..... 36
Çizelge 3.2 Çalışmaya ait krema örneklerinin bileşimleri (%)..... 37
Çizelge 4.1 Kakaolu fındık kremalarının HYA (%) değerleri..... 43
Çizelge 4.2 Kakaolu fındık kremalarının su aktivitesi değerleri..... 45
Çizelge 4.3 Kakaolu fındık kremalarının tekstür analiz parametreleri..... 46
Çizelge 4.4 Kakaolu fındık kremalarının PBD parametre değerleri..... 50
Çizelge 4.5 Görünür viskozite değerleri ile Ostwald de Waele ve Herschel-Bulkley model parametreleri..... 52
Çizelge 4.6 Kakaolu fındık kremalarının renk parametreleri..... 56
Çizelge 4.7 Kakaolu fındık kremalarının duyusal özellik puanları..... 58

1. GİRİŞ

Günümüzde her yaştan insanın severek tükettiği bir ürün olan kakaolu fındık kreması 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır. Fındık kremasının keşfedilmesinde en büyük etken kakao varlığının kısıtlı olması ve çikolata fiyatlarının yüksek olmasından kaynaklanmıştır. İlk yapılan denemelerde fındık, şeker ve az miktarda kakao ile bir hamur elde edilmiş, sonrasında ise daha kolay sürülebilir hale getirmek amacıyla çalışmalar devam etmiştir.

Son yıllarda diyet ve fonksiyonel ürünlere giderek artan yoğun bir ilgi vardır. Teknolojik gelişmelerin getirdiği yenilikler ve son iki yıl içerisinde yaşanan pandemi sebebiyle fiziksel hareketin azalması, evde ve ofiste geçirilen sürelerin artması ile kalori ihtiyacı da doğal olarak azalmıştır. Ancak beslenme alışkanlıklarını devam ettiren insanlarda kilo artışı görülmeye başlanmıştır. Gereğinden fazla kalorili beslenme obezite ve diyabet hastalığını da beraberinde getirmektedir.

Kakaolu fındık kremaları özellikle kahvaltı sofralarının vazgeçilmez parçası olup, içeriği bakımından yüksek besin değerine ve hoş bir lezzete sahip olmasının yanında oldukça yoğun miktarda şeker (~%45) ve yağ (~%30) içeriğine sahip olduğu bilinmektedir.

Yapılan araştırma neticesinde kakaolu fındık kremasının enerjisinin düşürülmesine ait bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte benzer olabilecek çikolatanın ve fıstık ezmesinin enerjisini düşürmek amacıyla bazı çalışmalara rastlanmıştır.

Bu bilgilerden hareketle yoğun kalori alımını azaltmak amacıyla şeker yerine düşük miktarlarda kalorisiz tatlandırıcı madde kullanılacak ve oluşan hacimsel boşluk dolgu maddesi kullanımı ile kapatılacaktır. Ürünün yağ miktarını %15 oranında azaltmak için yağ yerine geçen maddeler kullanılarak enerji değeri daha da düşürülecektir. Bunun yanında ürünün daha sağlıklı hale gelmesi amacıyla prebiyotik madde ilavesi

yapılacaktır. Özetle bu tezin amacı, duyusal açıdan kabul edilebilir kalorisi azaltılmış ve prebiyotik ilavesi yapılmış kakaolu fındık kreması üretmektir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Kakao

Kakao (Theobroma cacao), 4–8 metre boyundaki ebegümecigiller (malvaceae) familyasına ait çikolata yapımının ana bileşeni olan bir bitki türüdür. Genellikle Güney Amerika, Batı Afrika ve Batı Hint adalarında yetişmektedir (Anonim 2011).

Kakao, ilk olarak Aztekler tarafından Meksika'da yetiştirilmiş ve Kristof Kolomb tarafından Avrupa'ya getirilmiştir. Kakao tohumları hem alışverişlerde para olarak hem de dini törenlerde ve saraylarda içecek olarak kullanılmaya başlanmıştır (Özocak 2004).

Kakao ağacından elde edilen kakao meyvesinde yaklaşık olarak 50 adet tohum bulunmaktadır. Bu tohumlarda fermente edilerek kurutulur ve kavrulur. Ardından kabukları çıkarılarak kakao kitlesi elde etmek için değirmenlerde öğütülür. Daha sonra kakao yağı ve kakao keki üretmek için preslenir veya direkt çikolata üretiminde kullanılır. Elde edilen kakao keki öğütülerek toz kakao haline getirilmektedir (Özat 2018).

Türk Gıda Kodeksi kakao ve çikolata ürünleri tebliğine göre "Kakao, temizlenmiş, kabuğu soyulmuş ve kavrulmuş kakao çekirdeklerinin toz hale getirilmesiyle elde edilen ve kuru madde ağırlığına göre en az %20 kakao yağı içeren ve %9'dan fazla nem içermeyen ürün" olarak belirtilmiştir (Anonim 2017). Tarım ve Orman Bakanlığı Ulusal Gıda Kompozisyon veri tabanında verilen bilgilere göre kakaonun bileşimi Çizelge 1.1'de verilmiştir (Anonim A).

En fazla kakao üreten ülkeler Fildişi Sahili, Gana, Endonezya, Nijerya ve Kamerun'dur (Anonim 2021). Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu'nun 2020 dış ticaret verilerine göre kakaolu gıdalarda 59.604 ton ihracat ile %15 oranında artış

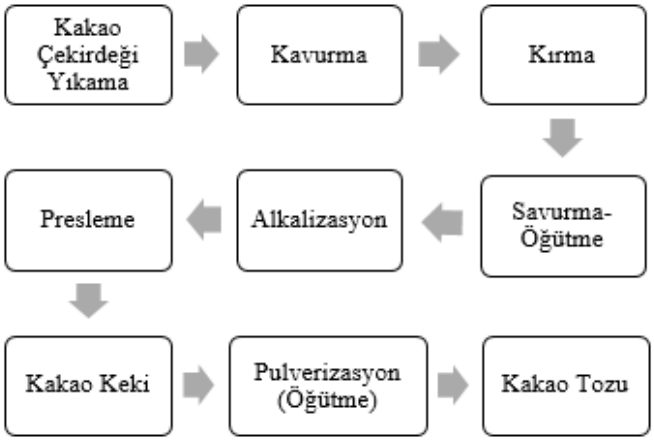
göstermiştir. Kakao ithalatı 143.524 ton ile % 37,2 oranında, kakao tozu 39.410 ton ile %30.4 oranında artış göstermiştir. Bu rakamlara bakıldığında Türkiye kakao üreten iklim kuşağında olmaması nedeniyle ithalatçı durumda, ancak yeterli işleme kapasitesine sahip olduğu için ithal edilen ürünleri katma değerli ürünlere işleyerek ihracat yaptığı görülmektedir (Anonim B).

Çizelge1.1 Kakaonun bileşimi (Anonim A)

Bileşen	**100 g kakao için**
Enerji	495 kcal
Su	3,44 g
Kül	10,22 g
Protein	18,87 g
Azot	3,98 g
Yağ	31,79 g
Karbonhidrat	31,09 g
Lif	4,59 g

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın 2019 yılında yayınlamış olduğu kakao, çikolata ve şekerleme imalatı kaynak verimliliği rehberine göre kakao üretim şeması Şekil 1.1'de gösterilmiştir (Anonim C).

Çikolata ve fındık kremalarının üretiminde kullanılan kakao, içerisindeki fenolik maddelerin yüksek oranda antioksidatif ve antikarsinojenik etkiye sahip olması koroner kalp rahatsızlıklarını ve bazı kanser çeşitlerini azalttığı belirtilmiştir (Özkan 2020). Ancak kakao kullanılarak üretilen gıdalarda bulunan yoğun şeker ve yağ içeriği bu ürünleri sağlık açısından zararlı hale getirmektedir.

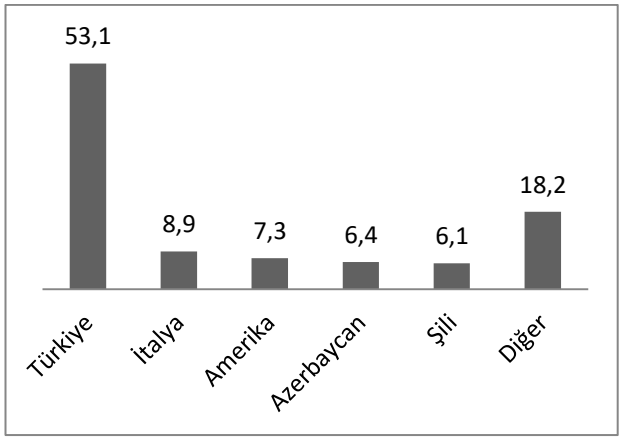


Şekil 1.1 Kakao Üretim Şeması (Anonim C)

2.2 Fındık

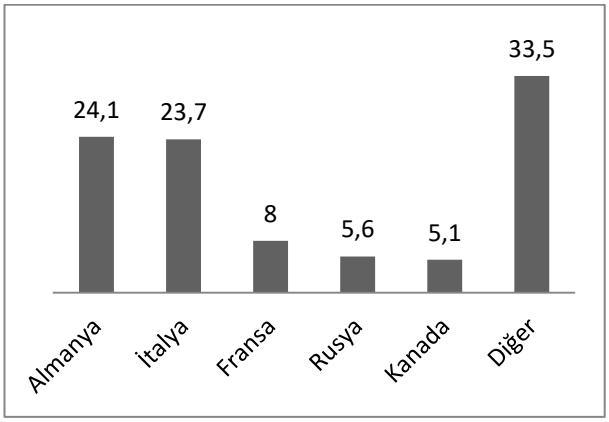
Fındık, sert kabuklu bir meyve olarak *Fagales* takımına ait *Betulaceae* familyasının *Corylus* cinsi içerisinde yer alan *Corylus avellana* L. türü adıyla bilinmektedir. Türkiye, Dünya'daki en önemli ve çeşitli fındık türlerinin yetiştiği elverişli topraklara sahiptir. En bilinen üretim yerleri İstanbul, Bolu, Kocaeli ve Karadeniz kıyılarıdır. Yetiştiği bölgelere göre farklı yöresel adlandırmaları vardır. Giresun'da Tombul, Ordu'da Palaz, Trabzon'da Faşa, Akçakoca'da ise Sarıfındık ve Karafındık olarak adlandırılmaktadır (Evren 2011).

Türkiye, fındık yetiştirmek için en uygun hava ve doğa koşullarına sahiptir. Bu sayede Dünya fındık üretiminin %75'ini, ihracatının ise %70-75'ini gerçekleştirmektedir (Anonim 2017a). Başlıca fındık üretici ve ihracatçı ülkeler; Türkiye, İtalya, Azerbaycan, Amerika ve Şili'dir. Ülke bazında Dünya fındık ihracat ve ithalat oranları Şekil 2.1 ve 2.2'de verilmiştir (Anonim 2022).



Şekil 2.1 Dünya fındık ihracatı (2020, %) (Anonim 2022)

Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Federasyonu'nun 2020 dış ticaret verileri raporuna göre fındık içi ihracatı 2019 yılına kıyasla 156.786 ton ile % 10,8 oranında artış göstermiştir. Ülke bazında en çok ihracat Almanya (82.656 ton) ve İtalya'ya (76.541 ton) yapılmıştır (Anonim 2020).



Şekil 2.2 Dünya fındık İthalatı (2020, %) (Anonim 2022)

Fındık Araştırma Enstitüsü'nün yayınlamış olduğu bilgilere göre fındığın bileşimi Çizelge 2.1'de verilmiştir (Anonim D).

Çizelge 2.1 Fındığın Bileşimi (Anonim D)

Kimyasal Bileşimi (g/100g)		**Vitaminler (mg/100g)**		**Mineral Maddeler (mg/100g)**	
Protein	14.1	Tiamin (B1)	0.43	Toplam Azot	2.66
Karbonhidrat	15.8	Vitamin B6	0.59	Potasyum Sodyum	730
Yağ	63.5	Riboflavin	0.16	Magnezyum	6
Nem	4.6	(B2)	24.98	Kalsiyum	160
Kül	2.0	Vitamin E		Demir	140
Glikoz	0.2			Fosfor	3.2
Fruktoz	0.1			Çinko	300
Sakkaroz	3.7			Bakır	2.1
Toplam Şeker	4.0			Kükürt	1.23
Enerji (kcal)	691			Mangan	120
				İyot	4.9
				Klor	17
					1

Fındık içerdiği doymamış yağ asitleri ile kalp-damar sağlığı, mineral maddeler ile kemik gelişimi açısından oldukça önemli bir gıdadır. Fındığın bileşimi ekolojik bölgeye, bakım koşullarına göre değişmektedir (Anonim D).

Fındık, gıda sanayinde çikolata, çerez, bisküvi, pastacılık ve şekerleme ürünlerinde kullanılan en önemli hammaddedir. Fındık unu; doğal veya kavrulmuş iç fındığın öğütülerek elde edildiği mamuldür. Genellikle çikolata ve sürülebilir fındık kremalarında kullanımı tercih edilmektedir (Anonim 2017b).

2.3 Kakaolu Fındık Kreması

Kakaolu fındık kreması, Türk Standartları Enstitüsü TS 8371 nolu "Fındık ezmesi" standardında, "kavrulup zarlarından ayrıldıktan sonra, iç fındığın beyaz şeker, kakao, bitkisel yağ, süt tozu ile karıştırılarak ve gerektiğinde mevzuatına uygun katkı maddeleri ilave edilerek küçük parçacıklar hâlinde veya tamamen ezilmiş ve homojen hâle getirilmiş mamul" olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2010).

Kakaolu fındık kreması, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra kakao ithalatının çok zor ve pahalı olması sebebiyle çikolataya alternatif olarak geliştirilmiştir. Pietro Ferrero tarafından fındık, şeker ve az miktarda kakaoyu bir araya getirerek elde ettiği hamura "giandujot" adını vermiştir. Bir zaman sonra bu ürünün daha kolay sürülebilir kremsi bir formu geliştirilmiştir. Günümüzde dünyanın her yerine yayılan ve her yaştan insanın severek tükettiği kakaolu fındık kreması elde edilmiştir (Anonim E).

Sürülebilir çikolata ve fındık kremaları üretildiği andan itibaren yoğun ilgi görmüştür. Genellikle ekmek üzerine sürülerek tüketilen bu gıda fırıncılık ve bisküvi üretiminde de kullanımı oldukça yaygındır. İdeal bir sürülebilir krema kolay yayılabilmeli, pürüzsüz olmalı, oda sıcaklığında katılaşmamalı ve yapısında yağ ayrışması olmaması gerekmektedir (Samsudin 2006, Monzocco *et al.* 2014).

Kakaolu fındık kremalarının standart bir formülasyonu yoktur. Bu sayede değişik katkı maddeleri, tatlandırıcılar, yağlar, fındık, fıstık, badem gibi kuruyemişler eklenerek ürün geliştirme çalışmaları yapılabilmektedir (Polat 2021). Kakaolu fındık kremasının standart üretimi fındıkların kavrulması, zarından ayrılması ve öğütülmesi ile başlar. Ardından kakao, şeker, süt tozu, bitkisel yağ ve diğer katkı maddelerinin eklenmesi ile homojen hale getirilerek dolum gerçekleştirilmektedir (Çoban 2021).

Sürülebilir kremalar, kahvaltı sofralarının vazgeçilmez, besleyici, enerji verici ve hoş bir tada sahip olan ürünlerdir (Polat 2021). Ancak son yıllarda gelişen teknoloji ve daha az hareketli yaşam koşulları nedeniyle kalori ihtiyacı da azalmıştır. Yüksek oranda şeker ve yağ içeren çikolata ve sürülebilir kremaların tüketimi insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle çocuk ve gençlerde kalorice zengin beslenme obezite ve diyabet sorunlarına yol açmaktadır.

21. yüzyılda gıda sektöründe yapılmış en büyük başarılardan biri ise toplam yağ ve şeker alımını azaltmaya yönelik çalışmalardır (Monzocco *et al*. 2014). Obezite, diyabet ve kalp hastalıklarının önlenmesi için diyetin önemine vurgu yapan bilim adamları tüketicilerin özellikle kalori azaltımına yönelmelerini belirtmiştir (Emadzadeh 2012).

Tüketicilerin bilinçlenmesiyle birlikte düşük kalorili ürünlere olan talep artmaya başlamıştır (Suna ve Çapur 2018).

Kakaolu ürünler çok fazla miktarda şeker ve yağ içerdiği için içeriğindeki kakaonun olumlu biyoaktif etkileri de azalmaktadır. Bu nedenle insan sağlığına yararlı olabilecek düşük kalori, şeker ve yağ içeriğine sahip ürünlerin geliştirilmesi gerekmektedir (Azad 2018). Kakaolu fındık kremaları ortalama %45 şeker ve %30 oranında yağ içerdiği için yoğun enerji değerine sahiptir. Şeker ve yağın farklı maddelerle değiştirilmesi kalori içeriğini azaltarak ürünün daha sağlıklı hale gelmesini sağlamaktadır.

Sürülebilir kakaolu kremalarda çikolatada olduğu gibi kakao yağı bulunmaz. Bunun yerine kremanın sürülebilirliğini arttıran, homojen olmasını sağlayan ve stabilitesini korumasına yardımcı olan bitkisel yağlar kullanılmaktadır (Lončarević *et al*. 2016). Ancak yüksek oranda yağ tüketimi fazla enerji alımına sebep olacağı için kolesterol seviyesinde artışa, kalp hastalığına ve obeziteye yol açabilmektedir (Baruah and Bhattacharyya 2017).

Fındık kremasının ana bileşeni olan fındık, yoğun yağ ve protein içeriğine sahiptir. Proteinler kas ve kemik gelişimi için oldukça önemlidir. Ayrıca içerdiği süt tozu, peynir altı suyu (PAS) ve kakao ile potasyum zengini bir gıdadır. Yapısında bulunan vitamin ve minerallerle birlikte göz önüne alındığında fındık kreması; doyurucu, besleyici ve enerji verici bir üründür (Anonim 2021a). Ancak sağlıklı ürün tüketimi açısından fazla miktarda kalori içermektedir.

Gıdaların içermiş olduğu yüksek şeker ve yağ içerikleri tüketicileri tedirgin etmeye başlamıştır (Saputro *et al*. 2017). Bu nedenle son yıllarda diyet ürünlere yoğun bir talep oluşmuştur. Bir ürünün düşük kalorili ve şekersiz olarak adlandırılabilmesi için; kalori değeri porsiyon başına 40'tan az, şeker miktarıda 0,5 gramdan az olması gerektiği belirtilmiştir (Aidoo *et al*. 2013).

Tüketiciler az yağlı ve şekersiz ürün tüketmek istediği halde ürünlerin tat ve yapısında değişiklik olmamasını da istemektedir. Bu nedenle yüksek kaliteye sahip, düşük kalorili bir fındık kreması geliştirilmesinde ürün özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden şekerin ve yağın yerini alabilecek en uygun bileşenlerin kullanılması gerekir (Çıkrıkçı 2017).

2.4 Gıda Sanayinde Kullanılan Tatlandırıcılar

Tatlandırıcılar, şekere alternatif olarak kullanılan ve tatlılık hissi veren, genellikle daha az kalori düzeyine sahip gıda katkı maddeleridir. Tatlandırıcıların en önemli özellikleri, tatlandırma gücü, kalori değeri ve glisemik indeks değerleridir (İşgören ve Sungur 2019). Tatlandırıcılar genellikle kalori, karbonhidrat ve şeker alımını kontrol etmek isteyenler için yiyecek ve içecek seçimlerini iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Çıkrıkçı 2017).

Uzun yıllardır süregelen şeker tüketiminin yol açtığı hastalıklar sebebiyle vücuda alımını azaltmak amacıyla tatlandırıcılar kullanılmaya başlanmıştır (Carocho 2017). Ancak yüksek yoğunluklu olan bu tatlandırıcılar kullanılırken belirlenen sınırlamalara uyulması gerekir. Aksi halde üründe acılık gibi istenmeyen tatlar oluşabilmektedir (De Melo *et al.* 2009).

Şekersiz çikolata ve sürülebilir krema üretiminde tatlandırıcı kullanırken reolojik, fiziksel ve duyusal özelliklerin etkilenmemesi gerekmektedir. Çünkü kullanılan şeker (sakkaroz), ürüne tatlılık vermek dışında, hacim arttırıcı, doku iyileştirici, lezzet arttırıcı özellikler de katmaktadır (Aidoo *et al*. 2013).

Sürülebilir krema üretiminde kullanılan tatlandırıcılar şekerin ürüne kazandırdığı tipik doku oluşumunu sağlayamazlar. Bu nedenle tekstürde oluşan bu kaybı azaltmak için Maltodekstrin (MD), Polidekstroz (PD) gibi dolgu maddeleri veya mannitol ve sorbitol gibi şeker alkolleri ile birlikte kullanılmaktadır (Khamrui 2019).

Genellikle çikolata ve fındık kremalarında kullanılan sakkaroz yerine besleyici veya besleyici olmayan tatlandırıcı kullanılmaktadır. Besleyici tatlandırıcılar şekerin oluşturduğu hacmin ve tatlılığın yerini alabilmektedir. Besleyici tatlandırıcılara şeker alkolleri (sorbitol, mannitol, İM, eritritol, laktitol, maltitol) örnek verilebilir. Besleyici olmayan tatlandırıcılar ise, daha küçük miktarlarda kullanılarak sakkarozun tatlılık eşiğine ulaşabilen yoğun tatlı tadı veren maddelerdir. Genellikle aspartam, asesülfam-K, neotam, sakarin, sukraloz, alitam ve stevia gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Aidoo *et al*. 2013).

Gıdalarda kullanılan doğal ve yapay tatlandırıcıların yanında gıdalarda ve bitkilerde bulunan şeker özütleri üzerine de çalışmalar yapılmaktadır. Saputro ve arkadaşlarının (2017) yaptığı çalışmada daha sağlıklı alternatif tatlandırıcı kullanımına yönelik bitter çikolata üretiminde sakkaroz ikamesi olarak hindistan cevizi ve hurma şekeri kullanmışlardır. Hurma özü bazlı şekerle yapılan çikolataların, sakkarozla yapılan referans çikolataya göre daha sert ve açık renkli olduğunu, hindistan cevizi ile yapılan çikolataların ise yüksek casson viskozitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir (Saputro *et al*. 2017).

2.4.1 Sukraloz

Sukraloz, 1976 yılında sakkarozdan üç hidroksil grubunun klor atomu ile yer değiştirmesi ile sentez edilmiş olan sukralozu Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), 1998 yılında sınırlı olarak, 1999'da ise genel amaçlı tatlandırıcı olarak onaylamıştır (USFDA 1998, USFDA 1999).

Kapalı formülü $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$, molekül ağırlığı ise 397,64 g/mol dür (Molinary and Quinlan 2012). Sudaki çözünürlüğü yüksektir. Geniş pH aralığında ve yüksek sıcaklıklarda stabilitesini korumaktadır. Sakkarozdan yaklaşık 600 kat tatlı olup, tadı sakkaroza oldukça yakındır. Şekerden elde edilmiş fakat enerji vermeyen tek tatlandırıcıdır.

Sukraloz her ne kadar sakkarozdan elde edilmiş olsa da vücutta büyük oranda sindirilmez, sindirilen kısmı da enerji için kullanılmaz. Diyabetli kişiler için kullanımı uygun olup, toksik ve karsiyojenik değildir. Genel amaçlı kullanım olarak dünya çapında yaklaşık 3500'den fazla üründe kullanılmaktadır (Yılmaz 2007, Chattopadhyay *et al*. 2011, Özdemir vd. 2014, İşgören ve Sungur 2019). Günlük alım değeri Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de 5 mg/kg, Avrupa Ülkelerinde ise 15 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Sukraloz kararlı yapıda olduğu ve iyi bir tatlılık kalitesine sahip olduğu için bazı ürünlerde tek başına kullanımı yeterli olabilmektedir. Dondurma gibi hacim ve dokusal özelliklerin önemli olduğu ürünlerde sukraloz diğer bileşenlerle (PD, şeker alkolleri gibi) birlikte kullanılmalıdır. Sukraloz sadece tatlılık sağladığı için fırıncılık ürünlerinde ayrıca hacim arttırıcı maddeler de kullanılmalıdır. Yoğurt yapımında sukraloz metabolize olmadığı, mikroorganizma faaliyetine engel olmadığı ve parçalanmadığı için yoğurt kültürüne eklenebilir (Molinary and Quinlan 2012).

Genel olarak; unlu mamuller, alkolsüz içecekler, sakız ve şekerlemeler, jelatinler, dondurulmuş sütlü tatlılar, şekersiz soslar, şekersiz yoğurt ürünlerinde kullanılmaktadır (FDA 2018).

2.4.2 İzomalt

İzomalt (İM), sakkaroza benzer yapısı sebebiyle birçok üründe şeker ikamesi olarak kullanılmaktadır. Kimyasal olarak İM 1-O-α-Dglukopiranozil-D-mannitol ve 6-O-α-D-glukopiranozil-D-sorbitol poliollerinin karışımından elde edilmiş bir şeker ikamesidir. İM tüketildiğinde ağızda kötü tat bırakmaz ve sakkarozun vermiş olduğu doğal tatlılık değerine yakın bir tat sağlamaktadır (Yüksel 2019).

İM, sakkarozun yaklaşık %60'ı kadar tatlılığa sahiptir. İM, kan şekerini yükseltmediği için diyabet hastalarının kullanımında sakınca görülmemektedir. İM genel olarak

şekersiz sakızlarda, şekerlemelerde, dondurulmuş tatlılarda ve unlu mamullerde kullanılmaktadır (Çiftçi 2019).

2.5 Yağ Yerine Geçen Maddeler

Yağ, gıdaların görünüş, aroma, lezzet ve yapısına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Vücudun enerji üretebilmesi ve işlevlerini yerine getirebilmesi yağın varlığına bağlıdır. Yapılan bazı araştırmalarda hayvansal yağların tüketilmesinin sağlık açısından zararlı olduğu belirtilmiştir (Türközü vd. 2012).

Bazı gıda ürünlerinin özelliklede sürülebilir kremaların içerisinde yağ oranı oldukça yüksektir. Yağın 1 gramı 9 kcal enerji vermektedir. Son yıllarda tüketicilerin bilinçlenmesiyle birlikte yağ kullanımını azaltmak için birçok yenilikler yapılmıştır. Bunlardan en önemlisi ise yağ ikame maddelerinin kullanılması olmuştur.

"Yağ ikame maddesi" terimi, gıdalarda bulunan yağın bir kısmının veya tamamının, lipid, protein veya karbonhidrat kaynaklı maddeler ile değiştirilmesini tanımlamaktadır. Yağ ikame maddeleri üç grupta toplanır. Bunlar; yağ taklitleri (fat mimetics), düşük kalorili yağlar ve yağ benzeri (fat substitutes) maddeleridir. Nişasta, selüloz, protein ve dekstrin kaynaklı olan yağ taklitleri 0-4 kcal/g gibi düşük enerji değerine sahip olup yağların ağızda bıraktığı hissi sağlar. Kızartma sıcaklıklarına dayanıklı olmayıp, fırında pişirmeye uygundur. Düşük kalorili yağlar, gerçek yağlardan oluşur ve az kaloriye sahiptir. Yağ benzeri maddeler ise, yağlara büyük oranda benzeyen daha az veya hiç kalori içermeyen, pişirme ve kızartma gibi yüksek sıcaklığa dayanıklı maddelerdir (De Melo *et al*. 2009, Türközü vd. 2012).

Yağ benzeri maddelere olestra, caprenin, salatrim örnek verilebilir. Yağ taklidi maddelere ise protein kaynaklı olarak; Simplesse, Dairy-Lo, LITA ve Trailblazer, karbonhidrat kaynaklı olarak; N-fat, MD, inülin, β-glukan, PD örnek verilebilir (Türközü vd. 2012).

Gıdaların yapısı ve duyusal özellikleri yağın varlığından oldukça etkilenmektedir. Yağ ikame maddeleri hem hacim arttırıcı olup, hem de yağın yerini alan diğer tüm bileşenleri içerir. Yağ ikame ediciler üründe hiçbir yapısal ve duyusal değişikliğe sebep olmazken sadece yağ ve kalori içeriğini düşürerek daha sağlıklı hale getirmektedir (Emadzadeh 2011).

2.5.1 Litesse®

Polidekstroz (PD), 1960'lı yılların sonuna doğru Pfizer'deki bilim adamlarının hacim arttırıcı maddelere ikame olabilecek düşük kaloriye sahip ajanları araştırmasıyla ortaya çıkmıştır. PD, az miktardaki glikoz ve sorbitolün glikoz ile yüksek sıcaklıkta polimerizasyonuyla oluşmaktadır (Cho and Samuel 2009).

PD yaklaşık 2000 molekül ağırlığına sahip α ve β bağlantılı 1-2, 1-3, 1-4 ve 1-6 glikozidik bağların tüm kombinasyonlarını içeren glikoz polimeridir (Tiihonen *et al.* 2011). PD'un molekül ağırlığı nişasta ve diğer gamlara kıyasla daha düşük olduğu için, gıdalardaki yağın tamamını ikame etmesi, istenilen viskozite ve kıvamı vermesi mümkün değildir (Türközü vd. 2012).

PD aslında asidik yapıdadır ve bazı gıdalarda ekşi ve acı bir tat vermektedir. Bu özellikler gıdalarda istenmediği için PD üzerinde bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan ilki Litesse® (LI)'dir. LI, sitrat esterlerinin çıkarılmasıyla acılığı azaltmak için ek işlemler uygulanarak PD'dan elde edilmiş ve lezzet profili iyileştirilmeye çalışılmıştır. LI II, daha ileri bir iyileştirme olup, PD'a göre daha az acı, asidik ve kurutucu özelliklere sahiptir. LI II gıdalarda daha zengin ve kremsi bir algı oluşturan hafif tatlı tada sahiptir. Genellikle şeker inversiyonu veya yağ ekşimesi söz konusu olabilecek uygulamalarda önerilmektedir. LI III ise stabilitesi yüksek, beyaz toz veya berrak bir çözelti formundadır. İçerisinde indirgeyici glikoz grupları içermez ve yumuşak bir tadı vardır (Craig *et al.* 1996).

PD, Avrupa'da ve ABD'de doku, görünüm ve tadı iyileştiren gıda katkı maddesi olarak onaylanmıştır. Özellikle de gıdalarda enerjiyi azaltmak ve lif içeriğini arttırmak için kullanılmaktadır. PD'un enerji değeri 1 kcal/g olup, kan şekeri veya insülin seviyeleri üzerinde bir etkisi yoktur. Bu sayede diyet ürünlerinde kullanılabilmektedir (Tiihonen *et al.* 2011).

PD ince bağırsaktan geçerek kalın bağırsaktaki mikroorganizmalar tarafından çözünür bir lif olarak yavaş bir şekilde metabolize edilir. Böylelikle şişkinlik ve kramplara neden olmadan kolay bir sindirim sağlanmış olur (Tiihonen *et al.* 2011).

PD, prebiyotik, lif takviyesi, kalori azaltma, azaltılmış glisemik yük, şeker ve yağ azaltma uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Çikolata ve sürülebilir ürünlerde sakkaroz ikamesi ve doku iyileştirici olarak kullanılır (Cho and Samuel 2009).

2.5.2 Fibersol®

Maltodekstrin, gıda sanayinde dolgu maddesi, doku iyileştirici, yağ ikame maddesi ve hacim arttırıcı gibi özellikleri olan nişasta hidroliz ürünlerinin en önemlilerinden birisidir (Sarfarazi and Mohebbi 2020).

MD, mısır, patates, buğday ve tapyoka gibi karbonhidrat kaynaklarından elde edilmektedir (Savitha *et al.* 2008). Nişastanın modifikasyonu, karbonhidrat sindirim emzimlerine karşı direnç oluşmasına sebep olur. Dirençli MD üretimi, nişastanın 140-160 ºC'de asitle nemlendirilerek dekstrinize edilmesiyle başlar. Ardından amilazlar ile hidrolize edilir. Böylece α-1-4 ve α-1-6 glukozidik bağları parçalanır ve α-1-2 ve α-1-3 bağları oluşur. Son olarak filtrasyon ve sprey kurutma işlemiyle dirençli MD elde edilmiş olur (Cho and Samuel 2009).

Dirençli MD, ortalama 2000 molekül ağırlığına sahip bir MD'dir. Ancak amilazlar tarafından bölünemeyen glukozidik bağlara (1–2 ve α–1–3) sahip oldukları için MD'in

%10'u sindirilir, %50'i kalın bağırsakta fermente edilir ve %40'ı ise feçesle atılır (Kishimoto *et al.* 2007, Cho and Samuel 2009).

MD 10–20 arasında değişen dekstroz eşdeğerine (DE) sahiptir. Hidroliz derecesi arttıkça DE de artar ve böylece molekül ağırlığı azalmaktadır (Sarfarazi and Mohebbi 2020). 1–20 DE aralığındaki MD'ler özellikle yağ ikame edici olarak kullanılmaktadır. Düşük DE'li MD'ler üründe kremsi yapıyı arttırır, yağlı bir his sağlamış olur (Khamrui 2019).

Fibersol® (FI) ise, mısır bazlı MD'den elde edilen sindirime dirençli bir liftir. Suda kolayca çözünebildiği için diğer liflere göre daha fazla avantaj sağlamaktadır. Düşük pH'a sahip olması meyve sularında, sütlü içeceklerde ve atıştırmalıklarda kullanımını kolaylaştırmaktadır (Anonim F).

2.5.3 Simplesse®

Simplesse®, yumurta akı, PAS ve süt proteinlerinin mikropartikülasyon işlemine tabi tutulmasıyla elde edilmektedir (Aşcıoğlu 2021). SI'nin yapısındaki mikropartiküllerin süt ve peynir gibi ürünlerden farklı olması, özel boyutlarının, şekillerinin ve konsantrasyonlarının, üründe kremsi ve zengin tat algısını oluşturmasıyla açıklanabilir. Mikropartikülasyon işlemi sırasında protein hidrasyonu sonucu, SI standart bir yağın verdiği 9 kcal enerji yerine sadece 1–2 kcal enerji sağlar. Bu sayede daha az yağ ve kolesterol içeriğine sahip ürünler elde edilebilmektedir (Stargel 1991).

1990 yılında FDA tarafından "Genel Olarak Güvenli Kabul Edilebilir" (GRAS) madde şeklinde kabul edilmiştir (Uysal vd. 2003). SI, pastörizasyon, konserve işlemi gibi ultra yüksek sıcaklıklara oldukça dayanıklıdır. SI gıda sanayinde; krem peynir, ekşi krema, dondurma, mayonez, sos, puding, peynirli ürünler ve ezmelerin üretiminde kullanılmaktadır (Jana 2021).

2.5.4 Dairy Lo®

Dairy Lo®, 1979 yılında ilk olarak üretimi yapılmış ve ABD Gıda ve İlaç Dairesi'nce (FDA) kullanımı güvenilir olarak açıklanmıştır. PAS'den kontrollü sıcaklıkla denatürasyon neticesinde üretilmiş olan yağ benzeri özellikteki fonksiyonel bir maddedir (Kök Taş ve Güzel-Seydim 2010). Dairy Lo® elde edilirken bazı termal işlemlerden gerçirilerek proteinin işlevselliğini arttırmaktadır. Bu işlevsellik, süt yağının vermiş olduğu lezzet ve dokusal özellikleri taklit etmesini sağlamaktadır. Genellikle, süt ve süt ürünleri, unlu mamuller, şekerlemeler, salata sosları ve mayonez tipi ürünlerde kullanılmaktadır (Kuntz 1994).

2.6 Gıdalarda Kullanılan Prebiyotikler

Prebiyotikler, sindirim enzimleri tarafından sindirilmeden kalın bağırsağa ulaşarak oradaki konakçı mikroorganizmaların seçimli olarak çoğalma ve gelişmesine katkı sağlamaktadır (Rolim 2015). Prebiyotikler aynı zamanda "sindirilemeyen gıda bileşeni" olarak da tanımlanmaktadır (Kaya vd. 2019).

Prebiyotikler, bağırsaktaki yararlı bakterilerin çoğalmasını sağlayan sindirilmeyen karbonhidratlardır. Karbonhidratların birçoğu aslında prebiyotik görevi görmektedir. Bağırsakta fermantasyon sonrası oluşan düşük pH patojen bakterilere karşı koruma sağlamaktadır. Böylece bağırsaktaki bakteriyel denge sağlanmış olur (Şenerkek 2019).

Prebiyotiklerin büyük çoğunluğunu oligosakkarit ve polisakkaritler oluşturmaktadır. Fakat bazı şeker alkolleri, modifiye edilmiş karbonhidratlar ve şeker poliolleri de prebiyotik etki göstermektedir. Prebiyotikler genellikle birçok bitki ve alg polisakkaritlerinden ya doğrudan ya da enzimatik veya hidrolik gibi işlemlerle sentezlenmektedir.

Prebiyotikler; inülin, fruktooligosakkarit (FOS), galaktooligosakkarit (GOS), laktuloz, PD, İzomaltooligosakkarit (IMO), ksilooligosakkarit ve laktitol olarak

sınıflandırılmaktadır (Demirci vd. 2017). En yaygın olanları ise FOS, GOS, inülin ‘dir (Khalifa 2017).

Fonksiyonel gıda, sağlıklı katkıları olarak bilinmektedir. Prebiyotiklerin ısı, pH ve maillard reaksiyonu gibi işleme şartlarına karşı stabil olmaları gerekir. Aksi halde fonksiyonel gıda üretimi için kullanılmaları mümkün olmamaktadır.

Prebiyotikler gıdalara ilave edildiğinde son üründe istenen işlevsellik sağlanabilmektedir (Khalifa 2017). Prebiyotikler yoğurt ve tatlılarda, alkolsüz içeceklerde, hamur ürünleri, et ürünleri, diyet ürünleri, kek, bisküvi, çikolata, şekerleme, çorba ve soslarda, peynir üretiminde; şeker ve yağ ikamesi, tekstür ve tat iyileştirici, lif görevi görmesi amacıyla kullanılmaktadır (Wang 2009).

Prebiyotikler sindirilemedikleri için enerji değerleri yok denecek kadar azdır (Akgül 2018). Prebiyotikler, osteoporoz, obezite, tip2 diyabet, kolon kanseri gibi hastalıklara karşı önleyici etkileri bulunmaktadır (Demirci vd. 2017).

2.6.1 İnülin

İnülin, ilk kez 1804 yılında *Inula Helenium* adında, Andız otu olarak bilinen bir bitkiden izole edilmiştir. İnülin doğal olarak hindiba, sarımsak, soğan, buğday, pırasa ve muz gibi gıdalarda bulunmaktadır. Ticari olarak hindiba’dan üretilmektedir. Hindiba bitkisinin ana yurdu Hindistan, Endonezya ve Mısır olduğu bilinmektedir.

İnülin, elde edildiği hindiba’nın bileşimindeki vitamin ve mineraller sebebiyle oldukça fonksiyonel bir besin bileşenidir. Ayrıca düşük kalori değeri, lif ve prebiyotik etkilerinden dolayı gıda sanayinde kullanımı yaygındır (Şenerkek 2019).

Fruktan, bir veya birden fazla fruktozil-fruktoz bağlarının oluşturduğu karbonhidratların genel adıdır. İnülin ve oligofruktoz fruktanlardır. İnülin, esas olarak β-2-1 fruktozil-

fruktoz bağlarından oluşan polidispers (farklı büyüklüklerdeki taneciklerin oluşturduğu kolloidal sistem) bir karbonhidrattır (Flam *et al.* 2001).

İnülinin bağırsaklarda yaptığı olumlu etkisi, diyet lifi özelliği göstermesinin yanında prebiyotik etki göstermesinden de kaynaklanmaktadır. Teknolojik yönden faydası ise, doku değiştirici, şeker ve yağ ikamesi olarak kullanılmasıdır (Aidoo *et al.* 2013). Genellikle çikolata üretiminde prebiyotik özelliğinden çok tatlandırıcı ve yağ ikamesi için kullanılmaktadır (Khalifa 2017). İnülin şeker yerine kullanıldığında beraberinde mutlaka sukraloz, stevia gibi tatlandırıcılar kullanılmalıdır. Çünkü inülinin tatlılık seviyesi sakkaroza oranla oldukça düşüktür (Sarfarazi and Mohebbi 2020).

İnülin, yağ ikamesi olarak kullanıldığında ise ortamdaki suyu emerek jelleşir ve hacim arttırıcı olarak işlem görür. 1 g yağ için 0,25 g inülin kullanılmaktadır (Şenerkek 2019, Sarfarazi and Mohebbi 2020).

2.7 Diyet ve Kalorisi Azaltılmış Ürünlerde Yapılan Benzer Çalışmalar

Kaçar ve Şahan (2004) yaptığı çalışmada süttozu (%2, 4, 6 ve 8), %5 oranında MD ve PD, %10 oranında MD ve/veya PD kullanılarak enerjisi azaltılmış dondurma üretimi amaçlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda farklı oranlarda kullanılan süttozu, MD ve PD dondurmaların pH'nı etkilemezken, asitlik değerleri üzerinde kısmen etkili olmuştur. Süttozu kullanımı arttıkça dondurmaların yağ oranları azalmış, protein ve laktoz değerleri ise artmıştır. Kalori değeri ise referans ürün baz alınarak hesaplama yapılmıştır. En fazla kalori azaltılması % 2, en az % 8 oranında süttozu kullanımı ile elde edilmiştir. Genel olarak enerji azaltımı % 59–67 aralığında bulunmuş ve standarda uygun olduğu belirtilmiştir. Son olarak enerjisi azaltılmış dondurma üretimi için %6 oranında süttozu ilavesi yapılabileceği belirtilmiştir.

Yilsay vd. (2005) yaptığı çalışmada normal (%12), az yağlı (%6) ve yağsız vanilyalı (%0,5) dondurmaların dokusunu duyusal ve enstrümental analizlerle değerlendirmiştir. Az yağlı ve yağsız dondurma, yağ ikame maddesi olarak PAS proteini bazlı bir yağ

ikame maddesi (Simplesse®100) kullanılarak hazırlanmıştır. Duyusal analizler, süt yağı yerine veya süt yağı ile birlikte %6 yağ ikame maddesi içeren dondurmaların vanilin aroması üzerinde kanıtlanabilir bir etkisinin olmadığını ortaya çıkarmıştır. Düşük yağlı örneklerin duyusal özellikleri normal vanilyalı dondurma ile karşılaştırılabilirken, eğitimli duyusal panelistler yağsız dondurmayı daha düşük viskozite, pürüzsüzlük ve ağız kaplama özelliklerine sahip olarak değerlendirmişlerdir. Enstrümantal olarak belirlenen görünür viskozite verileri, duyusal verileri desteklediği görülmüştür. Yağ ikame maddesi ile karşılaştırıldığında, süt yağı, dondurmanın taze süt ve krema aromalarını önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, yağın bir lezzet değiştirici olarak önemini ve Simplesse®100'ün eklenmesiyle tekstürün iyileştirilmesini vurgulamışlardır.

Çilek kremalı dolgular genel olarak buharlaştırılarak üretilmektedir. Ancak bu işlem üründe renk bozulmasına ve aroma bileşiklerinin kaybolmasına neden olabilmektedir. Yapılan çalışmada, buharlaştırma işlemine alternatif olarak dondurarak kurutma yöntemi uygulanmış ve iki işlem arasındaki farklılıklar karşılaştırılmıştır. Bunun yanında sakkaroz ikamesi olarak %3, 5 ve 10 konsantrasyonlarında trehaloz ilave edilerek, oda sıcaklığında 6 ay depolama sonrası kalite incelemesi yapılmıştır. Numuneler trehaloz ilavesinden önemli düzeyde etkilenmiştir. Dolguların antosiyanin değerleri trehaloz ilavesi ile artmıştır. Dondurarak kurutma işleminde daha iyi renk ve yüksek antosiyanin içeriği elde edilmiştir. Kremalı dolguların hava ve nitrojen atmosferinde 5 ay saklanması sonucunda, trehaloz ilaveli ürünlerde renk, aroma ve doku etkilenmiştir (Kopjar vd. 2008).

De Melo vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada sukraloz ve steviosid içeren konvansiyonel, diyabetik ve diyabetik/ düşük kalorili (kalorisi %25 azaltılmış) sütlü çikolataların ve PAS protein konsantrasyonu ile kısmi yağ ikamesi kullanılarak elde edilen ürünlerin duyusal özellikleri ve kabul edilebilirliğini araştırmışlardır. Duyusal özellikler ile tüketicinin kabul edilebilirliğini ilişkilendirebilmek ve beğenme/ beğenmeme faktörlerini belirlemek için kısmi en küçük kareler yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre parlaklık, kakao aroması ve kakao yağı açısından konvansiyonel, diyabetik ve diyabetik/ düşük kalorili sütlü çikolatalar arasında pek fark

görülmemiştir. Kabul edilebilirlik, sukralozun sakkaroz ikamesi stevioside göre daha yüksek bulunmuş ve kısmi yağ ikamesi lezzetin kabul edilebilirliğini daha da fazla azaltmıştır. Tatlı aroma, erime hızı ve tatlılık kabul edilebilirliği belirleyen özellikler iken, acılık, acı tat, yapışma ve kumluluğun ise sevmeme nedenleri olduğu belirtilmiştir.

Shah vd. (2010) tatlandırıcı olarak stevia ve hacim arttırıcı olarak inülin ve PD içeren şekersiz çikolataların fizikokimyasal, reolojik ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Stevia içeren çikolatalarda L* değerlerinde gözle görülür bir farklılık oluşmuştur. Daha yüksek polimerizasyon derecesine sahip inülin içeren çikolata, daha yüksek erime noktalarına, yüksek plastik viskoziteye ve artan akış indeksine sahip olduğu görülmüştür. Yapılan duyusal analizlerde tüm değerlerin kontrol örneğine çok benzer olduğu belirtilmiştir.

Düşük kalorili fıstık ezmesinde yağ ikame maddesi olarak ksantan zamkı, reihan tohum zamkı ve balangu tohum zamkı, tatlandırıcı olarak sakkaroz ve İM kullanılarak zamana bağlı reolojik özellikleri, tepki yüzey metadolojisi ile analiz edilmiştir. Tüm numunelerde güç yasası modeli (R^2 = 0,847–0,998) kesme incelmesi (n= 0,156–0,6175) belirlenmiştir. Balangu tohum zamkı için %0,01–0,04, reihan tohum zamkı için %0,01–0,023, ksantan zamkı için %0,06–0,1 İM için %0–1, sakkaroz için %0,25–1 aralığı araştırılmıştır. Elde edilen veriler denklemde yerine yerleştirilerek analiz edilmiştir. Çoğu durumlarda tatlandırıcı seviyesinin artması, kıvam katsayılarında azalmaya yol açmıştır, fakat akış davranış indeksi için önemli bulunmuştur. Balangu tohum zamkından hazırlanan formüller dışında zamk konsantrasyonunun reolojik parametreler üzerindeki etkisi önemli bulunmamıştır (Emadzadeh *et al.* 2011).

Peinado vd. (2012) yapmış olduğu çalışmada sürülebilir çilek ürünü için sakkaroz ve sağlıklı şekerler (İzomaltuloz, sakkaroz-glukoz ve fruktoz-İzomaltuloz) kullanılarak reolojik özelliklerini incelemişlerdir. Akış davranışları Herschel-Bulkley olarak belirlenmiştir. Ürünlerin kıvam indeksi ve akma gerilimi değerleri şeker çeşidinden, hazırlama yönteminden ve pektin düzeylerinden etkilenirken, akışkanlık indeksi ise hazırlama yöntemi ve pektin düzeylerinden etkilendiği belirtilmiştir.

Konar vd. (2014) yaptıkları çalışmada prebiyotik sütlü çikolata elde etmek amacıyla çeşitli PD seviyeleri (0, 60, 90 ve 120 g/kg) ve değişen konçlama sürelerinin (CT) (3,50, 4,0 ve 4,50 h) etkileri ve rafinasyon koşulları (20,0, 25,0 ve 28,0 μm ortalama partikül boyutu, $D_{[4,3]}$) numune hazırlama sürecinde sütlü çikolata numunelerinin fiziksel ve reolojik özelliklerine göre incelemiş ve analiz etmişlerdir. PD, CT ve partikül boyutunun kullanım ve miktarı, numunelerin fiziksel ve reolojik özellikleri üzerinde farklı büyüklük ve yönlerde istatistiksel olarak önemli etkilere sahip olduğu belirtilmiştir. PD içeren numunelerin, özellikle reolojik özellikleri bakımından kontrol numunelerinden önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirtilmiştir.

Paixao vd. (2014) sıcaklık ve yağ içeriğinin sakkaroz ve farklı tatlandırıcıların tatlılık eşdeğerliği ve tatlandırma gücü üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada sakkaroz ile üretilen çikolatalı sütlü içecek referans alınarak, neotame, aspartam, neosukraloz, sukraloz ve stevia (%95 rebaudiosit A) ikameli içecekler karşılaştırılmıştır. Sıcaklık artışı tam yağlı sütlerde sakkaroz konsantrasyonunu düşürürken, yağsız sütlerde pek fark görülmemiştir. Analiz edilen tatlandırıcın tümünde tatlandırma gücünde azalma olmuştur. Bunun sebebi olarak kullanılan sütün yağ seviyesine bağlı olarak tatlılık algısı ile ilgili içeceğin tüketimi için farklı optimal koşulların mevcut olduğu ileri sürülmüştür.

Aidoo vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada şekersiz çikolata üretiminde sakkaroz ikamesi olarak inülin ve PD karışımı kullanımının reolojik özellikler, mikro yapı ve fiziksel kaliteler üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. PD'da eşzamanlı azalma ile artan inülin konsantrasyonları, casson plastik viskozitesinde tutarlı artışlarla sonuçlanırken, casson verim stresinde düşüşe sebep olmuştur. % 100 PD ile hazırlanan çikolatalar, %100 inülin ile hazırlanan çikolatalardaki fazla boşluklu büyük kristallere kıyasla, daha küçük yoğun partiküllere sahip büyük kristaller ve minimal partiküller arası boşluklar oluşturmuştur. %75,3594 PD ve %24,6406 inülinden oluşan çikolata formülasyonu en kabul edilebilir reolojik ve fiziksel kalite özelliklerini oluşturan optimum konsantrasyon olarak bulunmuştur.

Aidoo vd. (2015) yapmış olduğu çalışmada şeker yerine stevia ve taumatin ekstraktları, hacim arttırıcı olarak inülin ve PD karışımları kullanılarak üretilen şekersiz çikolataların reolojik özellikleri, erime davranışları ve fiziksel kalite özelliklerini incelemişlerdir. Genel olarak şekersiz çikolatalar referans çikolataya göre benzer akış ve erime özellikleri göstermiştir. İnülin/PD ve stevia/taumatin kullanımı daha yüksek casson viskozitesine, düşük başlangıç sıcaklıklarına ve daha yüksek tepe genişliklerine sebep olmuştur. Ayrıca inülin/PD ve stevia/taumatin kullanımının şekersiz çikolata üretimi için tatmin edici fizikokimyasal özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir.

Almeida and Lannes (2017) kümes hayvanları endüstrisinin yan ürünü olan jelatinin sürülebilir çikolatada yağ ikamesi için kullanılabilirliğini araştırmışlardır. %15, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında bitkisel yağ, %0,3, 0,5, 0,8, 1,0 ve 1,2 oranlarında ise jelatin ile merkezi döndürülebilir bir tasarım kullanılarak değiştirilmiş ve etkilerini bir yanıt yüzey metadolojisi ile incelenmiştir. Yüksek oranda yağ içeren formülasyonlar daha hafif, yüksek hacimli ve düşük yoğunluğa sahip olduğu görülmüştür. Az yağlı formülasyonlarda su aktivitesi yoğunlaşmıştır. Tüm formülasyonlar 20^{o}C'de sürülebilir düzeyde olup, %50 ile %75 yağ ikamesi ve %0,5 ile %1,0 jelatin içeren formülasyonların, 10^{o}C'de kabul edilebilir sürülebilirliğe sahip olduğu belirtilmiştir. 30^{o}C'de düşük oranda jelatin içeren düşük yağlı numunelerin çok düşük konsistensiteye sahip olduğu bildirilmiştir. İstatistiksel olarak özellikler matematiksel modellere göre analiz edilen faktörlerden önemli düzeyde etkilenmiştir.

Peinado vd. (2016) çilek kreması formülasyonunda sakkaroz yerine fruktoz ve İzomaltoz gibi tatlandırıcılar kullanmışlardır. Önce bu ürünlerin renk, doku, reolojik ve aromatik özellikleri incelenmiştir. Daha sonra ürünler 20^{o}C'de 90 gün depolanmış ve ürünlerin uçucu bileşen değişimi, bazı fizikokimyasal özellikleri, antioksidan aktivite ve antosiyanin içeriği incelenmiştir. Birçok uçucu bileşenin depolama sırasında konsantrasyonu değişmiş, bazıları tamamen yok olmuş bunun yanında ise 13 yeni bileşik (metil-2-metil butirat, E-2- butenal, 2-butenal-2-metil, 2-buten-1-ol, 2-penten-1-ol, 2- etil-1-heksanol, 6-metil-5-hepten 2-on, asetik asit, propanoik 2-metil asit, butirik asit, butirik-2-metil asit) oluştuğu görülmüştür. Depolama sonucunda koyu pembe bir renk oluşumu, yapışkanlıkta artış, antioksidan aktivitede önemli düzeyde bir artış

gözlenmiştir. Sitrik asit ve pektin seviyeleri fruktoz- İzomaltuloz ilaveli ürünlerde aromatik bileşiklerin oluşumunu sağlamış, renk, tekstür ve antioksidan aktiviteyi etkilemiştir.

Fayaz vd. (2017) yaptıkları bir çalışmada çikolatanın yayılımında yağ fazı yerine, nar çekirdeği yağı oleojelinin kullanılmasını araştırmışlardır. Yapılandırıcı ajan olarak monogliserit (MG), balmumu (BW) ve propolis mumunu (PW) nar çekirdeği yağını jel haline getirmek için 5 g/100 g oranında kullanmışlardır. Oleojeller daha sonra 1:1 oranında hurma yağı ile birleştirilmiştir. Palm yağı ve oleojel sitemlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri polarize ışık mikroskobu, synchrotron XRD, mekanik analizler uygulanarak incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında; MG, BW ve PW'nin kimyasal yapısı palm yağı ve oleojel sistemlerinde farklı kristal ağ oluşumuna yol açtığı görülmüştür. Palm yağı ve oleojel içeren çikolata ezmelerinin mekanik parametreleri incelendiğinde MG'nin diğerlerine göre daha yüksek sonuç verdiği görülmüştür. Ayrıca depolama sırasında, MG'de kristal dönüşümü çikolatanın yayılma sertliğini azaltmış, PW ve BW 'de yapısal yeniden düzenleme ise çikolata kremalarının sertliğinin arttırdığı görülmüştür.

Bouaziz vd. (2017) yaptığı çalışmada yenilikçi sürülebilen çikolata üretimi için, Tunus Deglet Nour hurma tohumlarından elde edilmiş çözünür ve çözünmez diyet lifler, geleneksel çikolatada %1, 2, 3, 4 ve 5 oranlarında kullanılmıştır. Yağı alınmış olan Deglet Nour hurma tohumları (DNDS), hurma tohumu çözünür lif konsantresi (DSSFC) ve hurma tohumu çözünmez lif konsantresi (DSIFC), yüksek seviyelerde diyet lifleri (%80-90) ile karakterize edilmiştir. %5 oranında DSSFC ile zenginleştirilen krema, kontrol numunesine (%102) kıyasla yüksek oranda (%304,62) yağ bağlama kapasitesi göstermiştir. DSIFC ve DSSFC'nin katılma oranları, çikolatanın sıkılığını, çiğnenebilirliğini ve yapışkanlığını önemli düzeyde etkilemediği belirtilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda DSIFC ve DSSFC ile hazırlanan çikolata kremalarının tümü panelistler tarafından beğenildiği görülmüştür.

Rad ve Pirouzian (2020) yaptıkları çalışmada prebiyotik ve sakkaroz içermeyen sütlü çikolata formülasyonu için simplex kafes karışım tasarımını uygulayarak optimal

şartları belirlemeyi amaçlamışlardır. Prebiyotik olarak GOS ile birlikte ksilitol ve maltitol içeren şeker alkolünü kullanarak örnekleri hazırlamışlardır. Şeker alkolleri ve prebiyotiklerin reolojik ve fiziksel özellikler üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Analiz sonuçlarına göre, 20,857 g. maltitol, 7,131 g. ksilitol, 5,012 g. GOS kullanımı ile yüksek oranda arzu edilen çikolata formülasyonu elde edilmiştir.

Pirouzian (2022) yapmış olduğu çalışmada sütlü çikolata formülasyonu için karışım tasarımı uygulayarak poliollerin (maltitol ve ksilitol) optimal konsantrasyonunu değerlendirmeyi amaçlamıştır. Sükroz ikamesi olarak kullanılan ksilitol ve maltitolün fizikokimyasal parametreler ve duyusal özellikler üzerine etkileri belirlenmiştir. %85,58 maltitol ve %14,42 oranında ksilitol kullanımının arzu edilen düzeyde çikolata algısını sağladığı görülmüştür. Yüksek konsantrasyonda maltitol içeren çikolatalar tüketici talebini karşıladığı ve poliollerin düşük kalorili sütlü çikolata formülasyonunda kullanılabileceği belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Bu çalışmada prebiyotik ve kalorisi azaltılmış kakaolu fındık kreması üretimi için hammadde ve katkı maddeleri olarak fındık (Koralla, Demirci Gıda, Giresun), sakkaroz (Bağdat Baharat, Ankara), yağsız süt tozu (Alfasol, Kimbiotek, İstanbul), susuz bitkisel yağ (Trio 41, Akademi Gurme, İstanbul), kakao (Altınmarka Gıda, İstanbul), ayçiçek lesitini (Katkı Dünyası, Gemici Gıda, İstanbul), İnülin (Fibrelle, Kardel Gıda, İstanbul), İzomalt (Tito, İzmir), Simplesse 100® (CP Kelco, Danimarka), Litesse II® (Rotel, İstanbul), Fibersol II® (Rotel, İstanbul), Dairy Lo® (Carbery Group, İrlanda), Sukraloz (Döhler, İstanbul), Tuz (Billur tuz, İzmir), Vanilin (Katkı Dünyası, Gemici Gıda, İstanbul) kullanılmıştır.

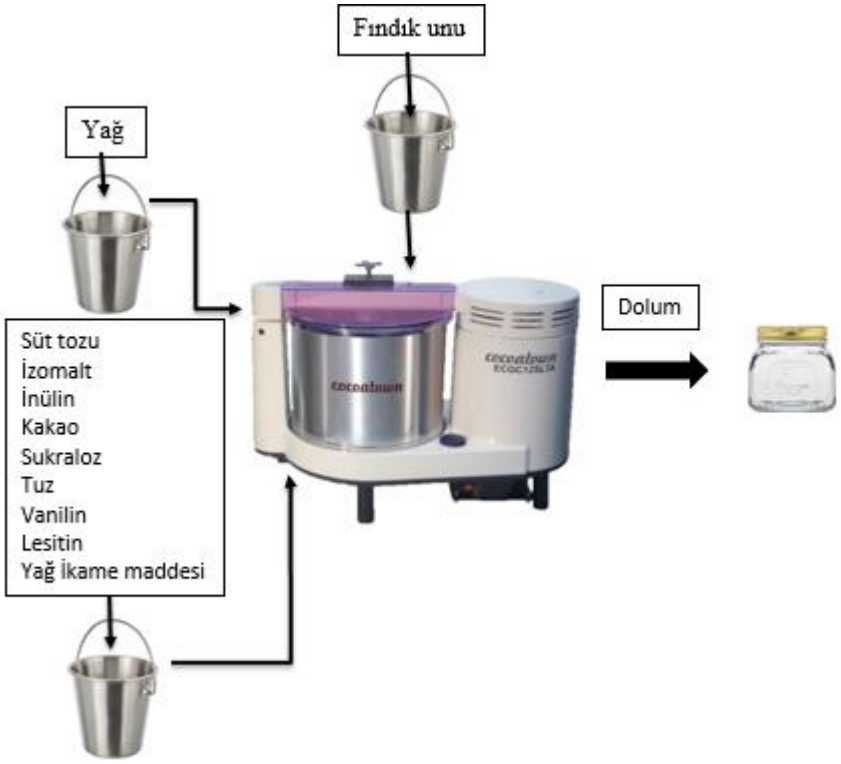
3.2 Metot

Bu tez çalışmasında 3 kontrol numunesi dışında diğer 4 numune de kullanılan ana bileşenler sabit tutularak sadece yağ ikame maddeleri değiştirilerek 4 farklı kakaolu fındık kreması 2 tekerrürlü olarak üretilmiştir. Kalori düşürmek amacıyla sakkaroz yerine sukraloz, prebiyotik kaynağı olarak inülin, kalori düşürecek yağ ikamesi olarak ise karbonhidrat temelli LI (Litesse II®) ve Fibersol II® (FI), protein temelli Simplesse 100® (SI) ve Dairy Lo® (DL) kullanılmış olup ayrıca sakkarozun dolgulanması amacıyla izomalt (İM) kullanılmıştır. Yağ yerine geçen madde konsantrasyonu olarak ürünün yağ

miktarını %15 düzeyinde azaltacak şekilde yani %4,245 düzeyinde kullanılması hedeflenmiştir. Yapılan ön denemelerde bu değerin üzerinde yağ ikame maddesi kullanımının tekstürel problemlere özellikle ağızda pütürlü ve kumsu yapı oluşumuna neden olduğu belirlenmiştir. Denemeye ait plan ve üretim diyagramı Çizelge 3.1 ve Şekil 3.1 verilmiştir.

Çizelge 3.1 Değişkenler üzerinden deneme planı

Örnek	Tatlandırıcı	Prebiyotik	Dolgu Maddesi	Yağ İkamesi
C0	Sakkaroz	-	-	-
C1	Sukraloz	İnülin	İzomalt	-
C2	Sukraloz	-	İzomalt	-
LI	Sukraloz	İnülin	İzomalt	Litesse II®
FI	Sukraloz	İnülin	İzomalt	Fibersol II®
SI	Sukraloz	İnülin	İzomalt	Simplesse 100®
DL	Sukraloz	İnülin	İzomalt	Dairy Lo®



Şekil 3.1 Kakaolu fındık kreması üretim diyagramı

3.1.1 Kakaolu fındık kreması üretimi

Kakaolu fındık kremasının bileşimi Çizelge 3.2 ve 3.3' de verilmiştir. Kakaolu fındık kremasının üretimi içn öncelikle fındık melanjöre (ECGC–12SLTA, Cocoatown, ABD), alınmıştır. Fındık iyice öğütüldükten sonra sırasıyla kademeli olarak yağ ve toz karışımdan eklenmiştir. Öğütme işlemi toplam 3 saat sürmüştür. Deney numuneleri (her parti için 1 kg.) 300 gramlık cam kavanozlara doldurulmuştur. Analizlerden önce 24 ± 0,5º C' de 20 gün bekletilmiş ve ürün yüzeyinde yağ ayrılması olmadığının kontrolü yapıldıktan sonra analizlere başlanmıştır. Kakaolu fındık kreması üretimi iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2 Çalışmaya ait krema örneklerinin bileşimleri (%)

Bileşenler	**C0**	**C1**	**C2**	**LI**	**FI**	**SI**	**DL**
Sakkaroz	42,5	-	-	-	-	-	-
Yağ	28,3	28,3	28,3	24,05	24,05	24,05	24,05
Fındık	13	13	13	13	13	13	13
Süt tozu	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Kakao	7	7	7	7	7	7	7

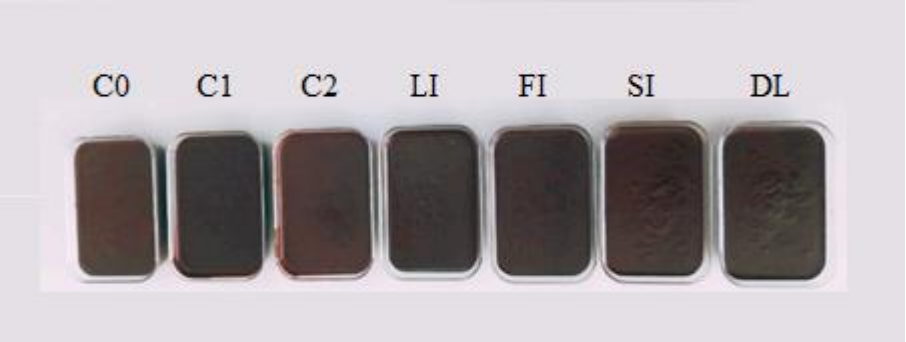
Vanilin	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Tuz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lesitin	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sukraloz	-	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
İnülin	-	21,22	-	21,22	21,22	21,22	21,22
İzomalt	-	21,22	42,44	21,22	21,22	21,22	21,22
Litesse II®	-	-	-	4,25	-	-	-
Fibersol II®	-	-	-	-	4,25	-	-
Simplesse 100®	-	-	-	-	-	4,25	-
Dairy Lo®	-	-	-	-	-	-	4,25



Şekil 3.1 Çalışmada kullanılan melanjer



Şekil 3.2 Melanjer içi üretim görüntüsü



Şekil 3.3 Üretimi gerçekleştirilen kakaolu fındık kremalarının görüntüsü

3.1.2 Hızlandırılmış yağ ayrılması

Hızlandırılmış yağ ayrılmasının (HYA) belirlenmesi, Aryana vd. (2003) bildirdiği metottan modifiye edilmiştir. Bir santrifüj tüpüne 7,5 g kakaolu fındık kreması koyulmuş ve 20000 *g* (3–30 KS, SIGMA, Germany) santrifüj kuvvette 20 °C sıcaklıkta 10 dk. süre ile muamele edilmiştir. İşlem sonrasında tüpün üzerinde toplanan yağ bir otomatik pipet yardımıyla alınmış ve tartılmıştır. HYA (g yağ/100g numune) 100 g kreamadan ayrılan yağ olarak ifade edilmiştir.

3.1.3 Su aktivitesi ölçümü

Kakaolu fındık kremalarının su aktivitesi ölçümleri 25ºC'de termostatlı su aktivitesi ölçüm cihazında yapılmıştır (AquaLab 4 TE, Pullman, WA, ABD). Krema örnekleri su aktivitesi cihazının örnek kabı içerisine sınır çizgisine kadar koyularak ölçümleri yapılmıştır. Her numudeden 2 paralel olacak şekilde su aktivitesi ölçümü yapılmıştır.

3.1.4 Tekstür analizi

Tekstür analiz parametreleri olan sıkılık, sürülebilirlik, yapışkanlık ve tutunabilirlik belirlenmesi TA. XT Plus Tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) ile gerçekleştirilmiştir. Numuneler ortam sıcaklığında (24±1°C) TTC sürülebilirlik teçhizatı (HDP/SR, 14580) içerisine doldurulmuş ve Prob ön mesafe ayarı 30 mm, ön test hızı 1mm/s, test hızı 3 mm/s, test sonrası hız 10 mm/s, sıkıştırma

mesafesi 23 mm şeklinde ölçme şartları kullanılmıştır. Bulunan veriler Texture Exponent Version 4.013.0 (Stable Micro Systems) ile hesaplanmıştır.

3.1.5 Parçacık boyut dağılımı

Bu analiz Mohd Rozalli *et al.* (2015)'un belirttiği yönteme uygun şekilde hizmet alımı olarak (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı-MERLAB) yapılmıştır. Bu analizde toplam hacmin %10'unu gösteren parçacık boyutu (d(0,1), µm), toplam hacmin %50'sine gösteren parçacık boyutu (d(0,5), µm), toplam hacmin %90'ını gösteren parçacık boyutu (d(0,9), µm) yüzeysel ağırlıklı ortalama parçacık boyutu (D[3,2], µm), hacimsel ağırlıklı ortalama parçacık boyutu (D[4,3], µm) ve boyut dağılımının genişliği (span) değerleri belirlenmiştir. D[3,2], D[4,3] ve span değerini hesaplamada kullanılan formüller aşağıda sunulmuştur.

$$\mathrm{D}[3,2] = \sum_i n_i {d_i}^3 \div \sum_i n_i {d_i}^2 \tag{3.1}$$

$$\mathrm{D}[4,3] = \sum_i n_i {d_i}^4 \div \sum_i n_i {d_i}^3 \tag{3.2}$$

$$\text{Dağılım genişliği} = \frac{d(0,9) - d(0,1)}{d(0,5)} \tag{3.3}$$

3.1.6 Reolojik analizler

Kakaolu fındık kreması örneklerinin reolojik karakteristiklerini anlamak için Haake Mars III (Thermo Scientific, Almanya) aleti kullanılmıştır. Her ölçüm öncesi 2 dk boyunca örneğin dengeye gelmesi amacıyla beklenmiştir. Ölçümler koni plakalı (35 mm çap, koni ile plaka arası boşluk 0,104 mm, koni açısı 2^o) geometri kullanılarak oda sıcaklığında (25°C) gerçekleştirilmiştir. 0,1–200 s^{-1} kayma hızında 3 dakika süresince belirleme gerçekleştirilmiştir. Analizler en az üç tekrar ile ölçülmüştür. Elde edilen verilere Herschel-Bulkley (Denklem 3.4) ve Ostwald de Waele (Denklem 3.5) model

uygulanmıştır. Model parametreleri Rheowin 4 Software v4.20 programı ile hesaplanmıştır (Haake Company, Darmstadt, Germany).

$$\tau = \tau_0 + k.\dot{\gamma}^n \quad (3.4)$$

denklemde τ kayma gerilimi (Pa), τ_0 akma gerilimi (Pa) değerini, k kıvam katsayısını ($Pa.s^n$), $\dot{\gamma}$ kayma hızını (s^{-1}) ve n akış davranış indeksini (birimsiz) ifade etmektedir.

$$\tau = k.\dot{\gamma}^n \quad (3.5)$$

denklemde τ kayma gerilimi (Pa), k konsistens katsayısı ($Pa \cdot s^n$), $\dot{\gamma}$ kayma hızı (s^{-1}) ve n ise akış davranış indeksini (birimsiz) ifade etmektedir.

Kakaolu fındık krema örneklerinin viskoelastik karakteristiklerini anlamak için dinamik reolojik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Frekans tarama testinde depolama modülü (G') ve kayıp modül (G'') frekansa bağlı olarak belirlenmiştir. Ölçümler oda sıcaklığında (25°C) 1 Pa kayma geriliminde (Lineer viskoelastik alan) 0,1–100 Hz frekans aralığında gerçekleştirilmiştir. Lineer viskoelastik bölgenin tespiti amacıyla ise 0,1 ve 100 Pa basınç aralığında ve sabit frekansta (0,1 Hz) stress sweep testi yapılmıştır.

3.1.7 Renk ölçümü

Kakaolu fındık kreması numunelerinin L^*, a^* ve b^* değerleri kolorimetre (CR–400, Konica Minolta, Japonya) ile ölçülmüştür. Kontrolden renk farklılığını belirlemek için ΔE^* hesaplanmıştır.

3.1.8 Duyusal analiz

Duyusal analizler Gıda Mühendisliği bölümü öğretim elemanları ve öğrencilerinden oluşan kısmi eğitimli panelist grubu (20 kişi) tarafından 9 puan üzerinden tat–aroma, 5 puan üzerinden yapı–tekstür ve renk–görünüş açısından hazırlanmış hedonik skalaya

göre yapılmıştır. Örnek numaraları 3 basamaklı sayı halinde kodlanmıştır. Yapı–tekstür parametresinin puanlaması esnasında bir bıçak kullanımı sağlanarak kremaların ekmeğe sürülebilirliği yönünden de değerlendirme yapılmıştır. Örnekler arası geçişlerde ağız tadı tazelemek/dengelemek için panelistlere su ve ekmek sunulmuştur.

3.1.9 İstatistik analiz

Analiz sonuçları SPSS 22 paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Varyans analiz tekniği kullanılarak (One−way ANOVA) grup ortalamaları arasındaki farklar ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılması Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır ($p<0.05$).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

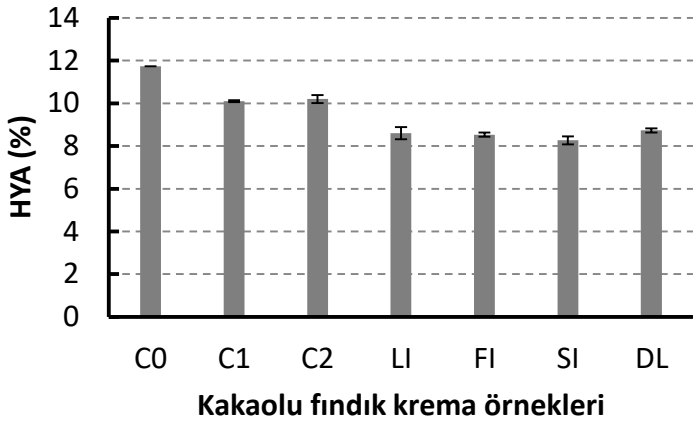
4.1 Hızlandırılmış Yağ Ayrılması Sonuçları

Sürülebilir kremalardaki yağ ayrılmasının nedeni seçilen yağ tipi ve katı parçacıkların özgül ağırlık farkından ileri gelmektedir (Gills and Resurreccion 2000). Bu tarz sürülebilir ürünlerin yüzeyinde meydana gelen serbest yağ ayrılması önemli bir sorun olmaktadır. HYA değeri ile yüzeyde oluşan serbest yağ ayrılması arasında bir ilişki kurulabilir. Kakaolu fındık kremalarının %HYA değerleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Kakaolu fındık kreması örneklerinin HYA değerleri %8,27–11,73 arasında değişim göstermiştir. Kakaolu fındık kreması çeşidinin HYA değerleri üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sakkaroz içeren kontrol örneği (C0) en yüksek yağ ayrılması değerini göstermiştir ($p<0,05$). Sukraloz yanında İnülin ve İM içeren C1 örneği ile sadece İM içeren C2 örneği arasında fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). Yani İM ile inülinin yağ ayrılmasına etkisi arasında fark yoktur. Ancak sakkaroz yerine sukraloz ve İM veya inülin kullanıldığında yağ ayrılması değeri önemli düzeyde azalma göstermiştir ($p<0,05$). Yağ miktarının %15 düzeyinde azaltılıp bunun yerine yağ ikame maddesi kullanılan LI, FI, SI ve DL örneklerinde HYA değerleri önemli düzeyde düşmüştür ($p<0,05$). Bu düşüşün C1 numunesine göre LI, FI, SI ve DL kremalarında sırayısla %14,85, 15,54, 18,11 ve 13,56 düzeyinde olduğu hesaplanmıştır. En az yağ ayrılmasının SI kremasında olduğu gözlenmiş olup LI, FI, SI ve DL kremaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.1 Kakaolu fındık kremalarının HYA (%) değerleri

Örnek Kodu	HYA (%)
C0	$11,73^{d} \pm 0,00$
C1	$10,10^{c} \pm 0,05$
C2	$10,20^{c} \pm 0,19$
LI	$8,60^{ab} \pm 0,28$
FI	$8,53^{ab} \pm 0,09$
SI	$8,27^{ab} \pm 0,19$
DL	$8,73^{b} \pm 0,09$

$^{a-d}$Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.1 Kakaolu fındık kremalarının HYA (%) değerleri

Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında HYA değerinin %4,87–11,94 aralığında olduğunu bulmuştur. Özellikle ticari numunelerde %7,40 ve %8,87 olarak tespit etmiştir. Bu değerler yağ ikame maddeli numunelerimizle oldukça benzerdir. Yine elde ettiğimiz değerler Aydemir (2019b)'in kakaolu kestane kremalarında, Aydemir and Atalar (2019) kakaolu kestane kremalarında, Lima *et al.* (2000) yağı azaltılmış yerfıstığı kremasında, Aydemir *et al.* (2021a) kakaolu fındık kremalarında ve Aydemir *et al.* (2021b) kakaolu keçiboynuzu kremasında saptanan değerlerle benzerdir.

4.2 Su Aktivitesi Sonuçları

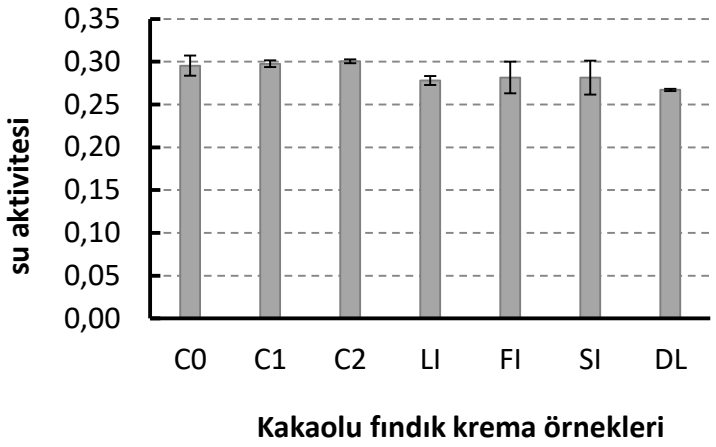
Gıdaların işlenmesi ve depolanması esnasında meydana gelen bozulmalar ve kalite kayıpları arasındaki ilişki en doğru şekilde su aktivitesi ile açıklanmaktadır. Su aktivitesi, gıdanın içerdiği suyun onun yapısına hangi şekilde bağlandığını, kimyasal ve enzimatik reaksiyonlarla, mikrobiyolojik aktiviteler için kullanılabilme durumunu ve derecesini ifade etmektedir (Us 2014). Kakaolu fındık kremalarının su aktivitesi sonuçları Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2'de verilmiştir. Kakaolu fındık kreması örneklerinin su aktivitesi değerleri 0,267–0,301 arasında değişim göstermiştir. Sakkaroz içeren kontrol örneği (C0), sukraloz yanında İnülin ve İM içeren C1 örneği ile İM içeren C2 örneği arasında fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). Yani sakkaroz, İM ve inülinin su aktivitesine etkileri arasında fark yoktur. Ancak yağ azaltılıp yerine yağ ikamesi kullanıldığında su aktivitesi değerleri bir miktar azalma göstermiştir. Bu azalma DL numunesi hariç

önemli değildir (p>0,05). En fazla su aktivitesi azaltıcı etki DL'da görülmesine rağmen, yağ ikameleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Çizelge 4.2 Kakaolu fındık kremalarının su aktivitesi değerleri

Örnek Kodu	**a_w**
C0	$0,295^{b} \pm 0,01$
C1	$0,298^{b} \pm 0,00$
C2	$0,301^{b} \pm 0,00$
LI	$0,278^{ab} \pm 0,01$
FI	$0,282^{ab} \pm 0,02$
SI	$0,282^{ab} \pm 0,02$
DL	$0,267^{a} \pm 0,00$

$^{a-b}$Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki fark önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.2 Kakaolu fındık kremalarının su aktivitesi değerleri

Coşar (2021) kakaolu fındık kremalarında su aktivitesi değerinin sonuçlarımıza oldukça benzer şekilde 0,27–0,31 aralığında olduğunu bulmuştur. Benzer ürünler arasında Aydemir (2019b) kakaolu kestane kremalarında 0,207–0,264 ve Aydemir *et al.* (2021a) kakaolu fındık kremalarında 0,230–0,255 seviyesinde su aktivitesi belirlemişlerdir. Ayrıca elde edilen sonuçlar kakaolu keçiboynuzu kremasında saptanan değerlerle benzerdir (Aydemir *et al.* 2021b).

4.3 Tekstür analiz sonuçları

Üretimi yapılan kakaolu fındık kremalarının tekstürel değerleri Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Kremaların sıkılık değerleri 267,20–340,28 g aralığında değişim göstermiş olup örnekler arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Çoban (2021) üretmiş olduğu diyet ve lifli kakaolu fındık kremalarında sıkılık değerini 1619,112–1839,326 g aralığında tespit etmiş olup depolamanın ilk periyodunda kullanılan tatlandırıcı stevia ve lif kaynağı inülinin sıkılık üzerine etkisiz olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.3 Kakaolu fındık kremalarının tekstür analiz parametreleri

Örnek	Sıkılık (g)	Sürülebilirlik (gs)	Yapışkanlık (g)	Tutunabilirlik (gs)
C0	316,44^{a} ± 19,67	280,78^{a} ± 22,33	-212,78^{a}± 14,26	-135,99^{a} ± 11,04
C1	313,40^{a} ± 29,86	270,78^{a} ± 28,74	-227,68^{a} ± 17,85	-156,71^{a} ± 12,42
C2	340,28^{a} ± 11,01	302,03^{a} ± 12,29	-226,20^{a} ± 6,57	-154,46^{a} ± 3,74
LI	293,91^{a} ± 31,82	245,77^{a} ± 32,08	-219,40^{a} ± 10,69	-155,42^{a} ± 10,46
FI	267,20^{a} ± 25,69	219,96^{a} ± 24,38	-204,32^{a} ± 16,38	-142,47^{a} ± 11,61
SI	312,46^{a} ± 35,02	274,99^{a} ± 37,82	-234,64^{a} ± 9,61	-170,61^{a} ± 6,42
DL	312,90^{a} ± 48,66	270,10^{a} ± 47,41	-236,76^{a} ± 21,96	-168,81^{a} ± 16,66

$^{a-a}$Aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark önemsizdir ($p>0,05$)

Kremalara örneklerinin sürülebilirlik değerleri 219,96–302,03 gs aralığında değişim göstermiş olup kremalar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Çoban (2021) üretmiş olduğu diyet ve lifli kakaolu fındık kremalarında sürülebilirlik değerini 2174,901–2482,845 gs aralığında tespit etmiş olup depolamanın ilk periyodunda kullanılan tatlandırıcı stevia ve lif kaynağı inülinin sürülebilirlik üzerine etkisiz olduğunu bildirmiştir. Aydemir *et al*. (2021b) kakaolu keçiboynuzu sürülebilirlik değerini 113–1122 gs arasında bulmuşlardır. Aydemir and Atalar (2019) kakaolu kestane kremalarında daha yüksek sürülebilirlik değerleri rapor ederken, Aydemir *et al.* (2021a) glukoz şurubu katkılı kakaolu fındık kremalarında daha düşük sürülebilirlik değerleri bulgulamışlardır.

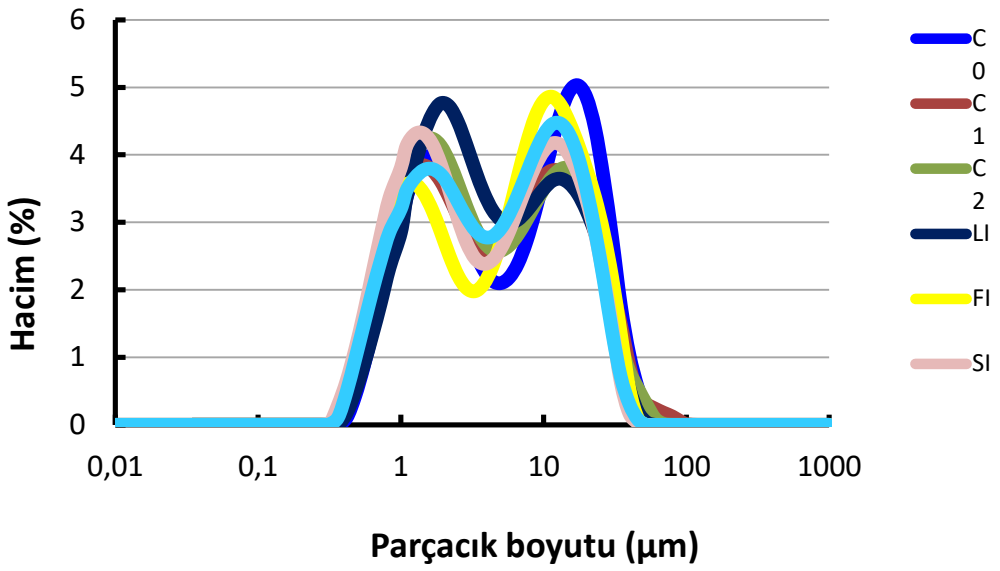
Üretilen kakaolu fındık kremalarının yapışkanlık değerleri -204,32 ile -236,76 g aralığında değişim göstermiş olup örnekler arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Çoban (2021) üretmiş olduğu diyet ve lifli kakaolu fındık kremalarında yapışkanlık değerini -2195.972 ile -2529.029 g aralığında tespit etmiş olup depolamanın ilk periyodunda kullanılan tatlandırıcı stevia ve lif kaynağı inülinin yapışkanlık üzerine etkisiz olduğunu bildirmiştir.

Kremalara örneklerinin tutunabilirlik değerleri -135,99 ile -170,61 gs aralığında değişim göstermiş olup kremalar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Çoban (2021) üretmiş olduğu diyet ve lifli kakaolu fındık kremalarında sürülebilirlik değerini -505,691 ile -605,624 gs aralığında tespit etmiş olup depolamanın ilk periyodunda kullanılan tatlandırıcı stevia ve lif kaynağı inülinin sürülebilirlik üzerine etkisiz olduğunu bildirmiştir. Aydemir *et al.* (2021b) kakaolu keçiboynuzu tutunabilirlik değerini -77,5 ile -436 gs arasında bulmuşlardır. Aydemir and Atalar (2019) kakaolu kestane kremalarında daha yüksek tutunabilirlik değerleri bulurken, Aydemir *et al*. (2021a) glukoz şurubu katkılı kakaolu fındık kremalarında daha düşük tutunabilirlik değerleri rapor etmişlerdir.

Kullanılan tatlandırıcı sukraloz, prebiyotik kaynağı inülin, dolgu maddesi İM ve yağ ikame maddeleri LI, FI, SI ve DL arasında tekstürel parametrelere etki yönünden önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.4 Parçacık Boyut Dağılımı (PBD) Analiz Sonuçları

Bu tez çalışmasında üretilen kakaolu fındık kremalarının PBD parametre değerleri Çizelge 4.4'de sunulmuştur. Kakalou fındık kreması örneklerinin 0,316–104,713 μm aralığında parçacıklar bulundurduğu ve geniş bir parçacık boyut dağılımına sahip oldukları (polidispers) belirlenmiştir. Örneklerin hepsinde iki farklı parçacık boyutu dağılımı (bimodal) gözlenmiştir (Şekil 4.3). Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarının hacimsel histogramının bimodal özellikte parçacık boyut dağılımı gösterdiğini bildirmiştir.



Şekil 4.3 Örneklerin parçacık boyut dağılımı (Bimodal)

d(0,1) öyle bir sınır değeridir ki, bu değerin altında partikül çapına sahip partiküllerin hacmi toplam hacmin %10'udur. Örneklerin d(0,1) değerleri 0,78 ile 0,99 µm aralığında değişim göstermiştir. Kakaolu fındık kremaları arasında d(0,1) değerleri bakımından bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Coşar (2021) kakaolu fındık kremalarında bu değeri 0,757–1,328, Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında 1,00–1,20, Aydemir and Atalar (2019) kakaolu kestane kremalarında 1,11–1,17 ve Loncarevic *et al.* (2016) kakao kremalarında 2,94–3,59 µm aralığında bulmuşlardır.

d(0,5) değeri numune hacminin %50'sinin bu değerden daha küçük paraçacık boyutuna sahip olduğunu gösterir. Kakaolu fındık kreması örneklerinde d(0,5) değerleri 3,63–5,77 µm aralığında bulunmuştur. Kremaların d(0,5) değerleri arasında bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Coşar (2021) kakaolu fındık kremalarında bu değeri 3,833–4,380, Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında 2,24–3,04, Aydemir and Atalar (2019) kakaolu kestane kremalarında 3,26–3,90 ve Loncarevic *et al.* (2016) kakao kremalarında 12,43–16,45 µm aralığında bulmuşlardır.

d(0,9) değerinin altında çapa sahip olan partiküllerin oranı numune hacminin %90'nıdır. Krema numunelerinin d(0,9) değerleri 17,81–23,85 μm aralığında değişim göstermiştir. En yüksek d(0,9) değeri C1 kremasında, en düşük değer ise SI kremasında tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak tek farklılık C1 kreması ile SI ve DL kremaları arasında bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer krema örnekleri arasında d(0,9) değerleri açısından bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Coşar (2021) kakaolu fındık kremalarında bu değeri 12,884–16,991, Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında 7,32–21,50, Aydemir and Atalar (2019) kakaolu kestane kremalarında 184–247 ve Loncarevic *et al.* (2016) kakao kremalarında 55,81–69,66 μm aralığında bulmuşlardır.

Krema örneklerinin yüzeysel ağırlıklı ortalama parçacık boyutu D[3,2] değerleri 2,00 ile 2,53 μm aralığında değişim göstermiştir. Deneme kremaları arasında D[3,2] değeri yönünden bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Coşar (2021) kakaolu fındık kremalarında bu değerin 2,223–2,825, Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında 1,93–2,52 μm aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Coşar (2021) inülin ve stevia içeren diyet kakaolu fındık kremalarının kontrol grubu ile arasında istatistiksel bir farklılık olmadığını bildirmiştir.

Afoakwa *et al.* (2008) D[4,3] hacimsel ağırlıklı ortalama partikül çapı değerinin çikolata reolojisi üzerinde en büyük PBD etkisi gösterdiğini bildirmiştir. Krema örneklerinin hacimsel ağırlıklı ortalama parçacık boyutu D[4,3] değerleri 6,86 ile 9,29 μm aralığında değişim göstermiştir. Deneme kremaları arasında D[4,3] değeri yönünden istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Coşar (2021) kakaolu fındık kremalarında bu değerin 6,409–7,287, Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında 3,76–12,20 μm aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Coşar (2021) inülin ve stevia içeren diyet kakaolu fındık kremalarının kontrol grubu ile arasında istatistiksel bir farklılık olmadığını da bildirmiştir.

Krema örneklerinin boyut dağılım genişliği (span) değerleri 3,45 ile 6,36 aralığında değişim göstermiştir. Deneme kremaları arasında boyut dağılımı değeri yönünden farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Coşar (2021) kakaolu fındık kremalarında bu değerin 2,943–3,998, Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında 2,83–7,69 aralığında

olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Coşar (2021) inülin ve stevia içeren diyet kakaolu fındık kremalarının kontrol grubu ile arasında istatistiksel bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Bu tez kapsamında istatistiksel açıdan tek farklılık sukraloz, inülin ve İM içeren C1 numunesi ile sukraloz, inülin, İM ve Fibersol II® içeren FI numunesi arasında çıkmıştır ($p<0,05$). Fibersol II® kullanımı dağılım genişliğini önemli düzeyde azaltmıştır ($p<0,05$).

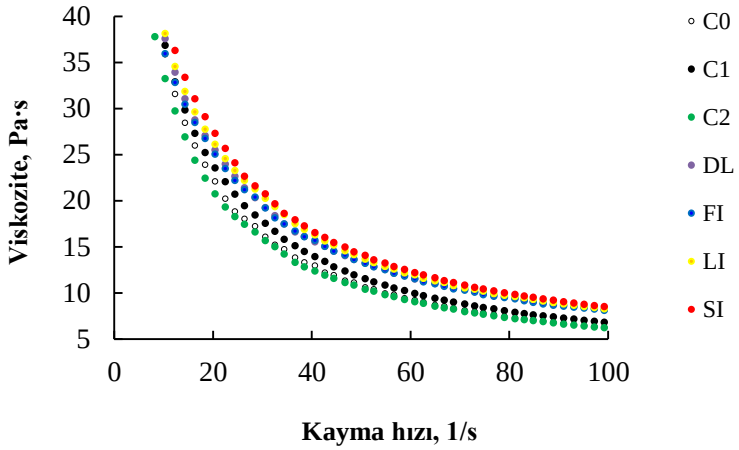
Çizelge 4.4 Kakaolu fındık kremalarının PBD parametre değerleri

Örnek Kodu	d(0,1)	d(0,5)	d(0,9)	D[3,2]	D[4,3]	Dağılım genişliği
C0	$0,96^{a} \pm 0,06$	$5,77^{a} \pm 0,04$	$23,14^{ab} \pm 2,83$	$2,53^{a} \pm 0,10$	$9,29^{a} \pm 0,88$	$3,83^{ab} \pm 0,24$
C1	$0,81^{a} \pm 0,02$	$3,63^{a} \pm 0,26$	$23,85^{b} \pm 1,07$	$2,09^{a} \pm 0,08$	$8,88^{a} \pm 0,64$	$6,36^{b} \pm 0,17$
C2	$0,81^{a} \pm 0,03$	$4,30^{a} \pm 0,34$	$19,68^{ab} \pm 0,97$	$2,14^{a} \pm 0,02$	$7,60^{a} \pm 0,35$	$4,40^{ab} \pm 0,12$
LI	$0,99^{a} \pm 0,14$	$3,82^{a} \pm 1,02$	$19,06^{ab} \pm 1,77$	$2,38^{a} \pm 0,39$	$7,24^{a} \pm 1,06$	$4,97^{ab} \pm 0,90$
FI	$0,78^{a} \pm 0,04$	$5,64^{a} \pm 0,25$	$20,21^{ab} \pm 0,30$	$2,18^{a} \pm 0,01$	$8,18^{a} \pm 0,18$	$3,45^{a} \pm 0,09$
SI	$0,78^{a} \pm 0,13$	$3,75^{a} \pm 0,96$	$17,81^{a} \pm 0,56$	$2,00^{a} \pm 0,34$	$6,86^{a} \pm 0,59$	$4,83^{ab} \pm 1,12$
DL	$0,82^{a} \pm 0,01$	$4,52^{a} \pm 1,79$	$18,04^{a} \pm 1,93$	$2,17^{a} \pm 0,22$	$7,22^{a} \pm 1,27$	$4,31^{ab} \pm 1,28$

$^{a-b}$ Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

4.5 Reolojik analiz sonuçları

Örneklerin frekansa bağlı viskozite değişimi gösteren grafik Şekil 4.3'te gösterilmektedir. Kayma hızına bağlı olarak viskozite değerleri incelendiğinde örneklerin tümünde Newtonyen olmayan akış tipi gözlenmiştir. Yani kayma hızına bağlı olarak viskozite değerleri düşmüştür (Şekil 4.4). Ek olarak akış davranış indeksi (n) değerleri 1'den küçük olması (0,17–0,30) örneklerin pseudoplastik akış tipine sahip olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.5). Bu davranış sürülebilir özelik gösteren ürünlerin kullanıldığı pek çok çalışmada da benzer şekilde bulunmuştur (Abbasi and Farzanmehr 2009, Li and Liu 2019, Mieles-Gómez *et al.* 2021). Yapılan çalışmalarda n değerinin 0,6 altında olması non-Newtonyen akışın önemli hale geldiği ifade edilmektedir (Kurt 2013).



Şekil 4.4 Kakaolu fındık kremalarının viskozite eğrileri

Örneklerin göstermiş olduğu akış davranış eğrilerine Ostwald de Waele ve Herschel-Bulkley modelleri uygulanarak elde edilen parametreler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Kakaolu krema örneklerinin görünür viskozite (η_{app}) değerleri (50 s^{-1}) 6,86–14,06 Pa·s aralığında değişmektedir ($p<0,05$). En düşük görünür viskozite değeri C1 numunesinde bulunmuştur ($p<0,05$). C0 ve C2 numunelerinin görünür viskozite değerleri benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Yağ ikameli kremalar kontrol numunelerinden önemli derecede yüksek görünür viskozite değerleri göstermiştir ($p<0,05$). Görünür viskozite değerleri ile konsistens katsayısı değerleri arasında doğru orantılı bir uyumun olduğu görülmektedir. Yine görünür viskozite ile akma gerilimi (τ_0) (Aidoo *et al.* 2014) değerleri birbiriyle uyumludur. Herschel-Bulkley modelde akma gerilimi ile konsistens katsayısı arasında doğru orantılı bir ilişki gözlenmiştir. Akma gerilimi ve konsistens katsayısı değerleri yağ ikameli ürünlerde kontrol numunelerine göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5).

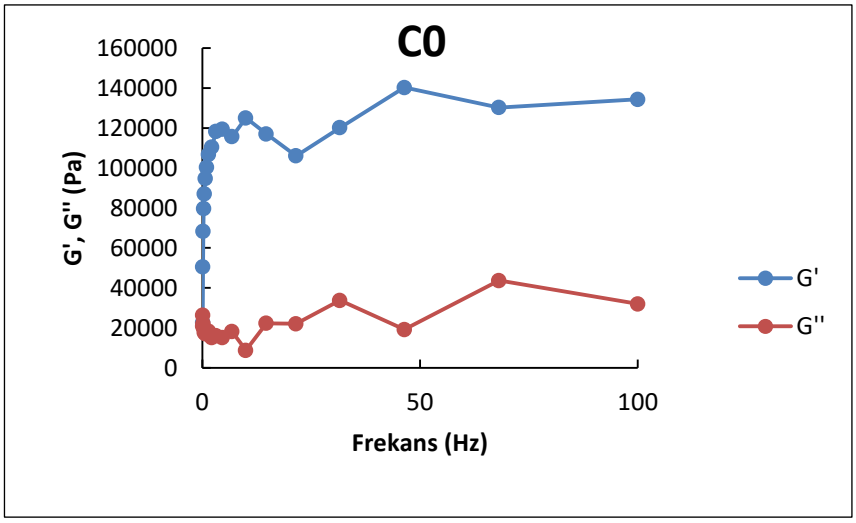
Depolama (G′, elastik davranış) ve kayıp modülü (G″, viskoz davranış) değerlerinin frekansa bağlı grafikleri Şekil 4.4'te gösterilmiştir. G′ değeri tüm frekans boyunca G″değerinden daha yüksek bir değişim sergilemiştir. Bu durum kakaolu fındık kreması örneklerinde elastik özelliğin viskoz karakterden daha etkin olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.5 Ostwald de Waele ve Herschel-Bulkley model parametreleri

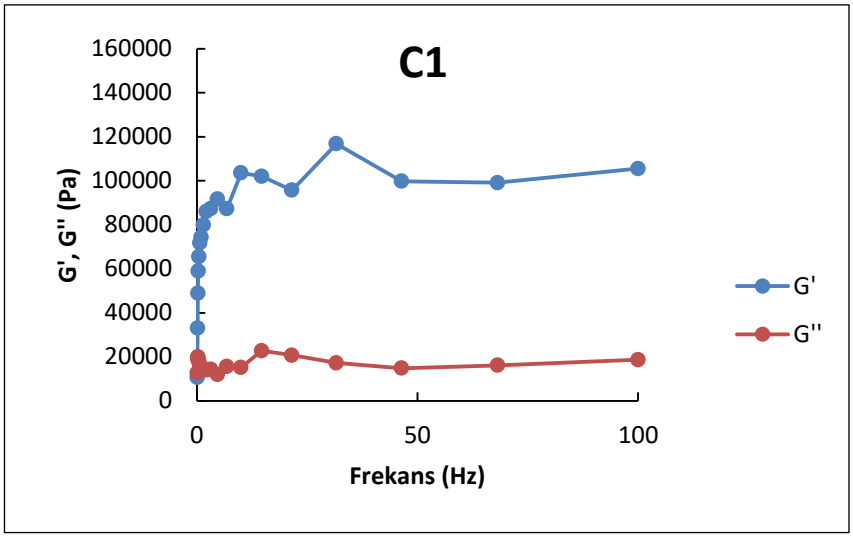
Ostwald de Waele model parametreleri				
	k	***n***	η_{app}	R^2
C0	182,23±14,2^{a}	0,27±0,02^{abc}	10,7±0,37^{b}	0,99
C1	188,84±16,58^{a}	0,29±0,02^{bc}	6,86±0,08^{a}	0,99
C2	159,73±22,49^{a}	0,3±0,02^{c}	10,4±0,59^{b}	0,99
LI	256,03±36,83^{bc}	0,25±0,03^{a}	13,66±0,5^{cd}	0,96
FI	230±18,23^{b}	0,27±0,01^{ab}	13,22±0,24^{c}	0,97
SI	271,43±17,08^{c}	0,24±0,01^{a}	14,06±0,59^{d}	0,96
DL	242,6±24,02^{bc}	0,25±0,02^{ab}	13,23±0,55^{c}	0,96
Herschel-bulkley model parametreleri				
	τ_0	***k***	***n***	R^2
C0	12,2±11,46^{a}	194,57±31,18^{a}	0,26±0,03^{b}	0,99
C1	7,3±3,55^{a}	185,5±20,34^{a}	0,29±0,02^{b}	0,99
C2	17,19±11,68^{a}	171,87±27,64^{a}	0,29±0,02^{b}	0,99
LI	264,93±44,48^{bc}	473,2±83,07^{bc}	0,18±0,03^{a}	0,97
FI	238,93±26,97^{bc}	418,85±38,98^{b}	0,19±0,01^{a}	0,98
SI	296,18±64,03^{c}	518,23±66,53^{c}	0,17±0,01^{a}	0,96
DL	204,85±88,63^{b}	406,38±76,6^{b}	0,20±0,03^{a}	0,97

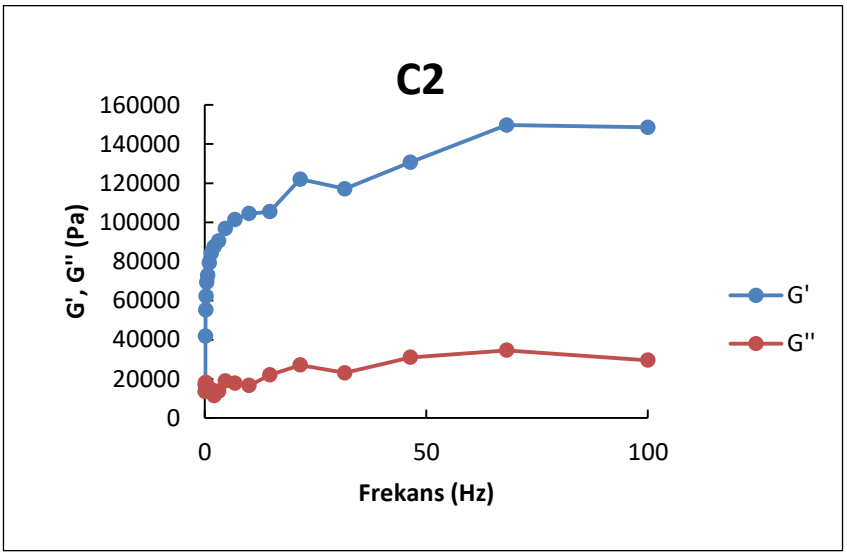
* τ_0 akma gerilimi (Pa); *k* konsistens katsayısı (Pa·s^{n}); $\dot{\gamma}$ kayma hızını (s^{-1}); *n* akış davranış indeksi

$^{a-d}$ Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

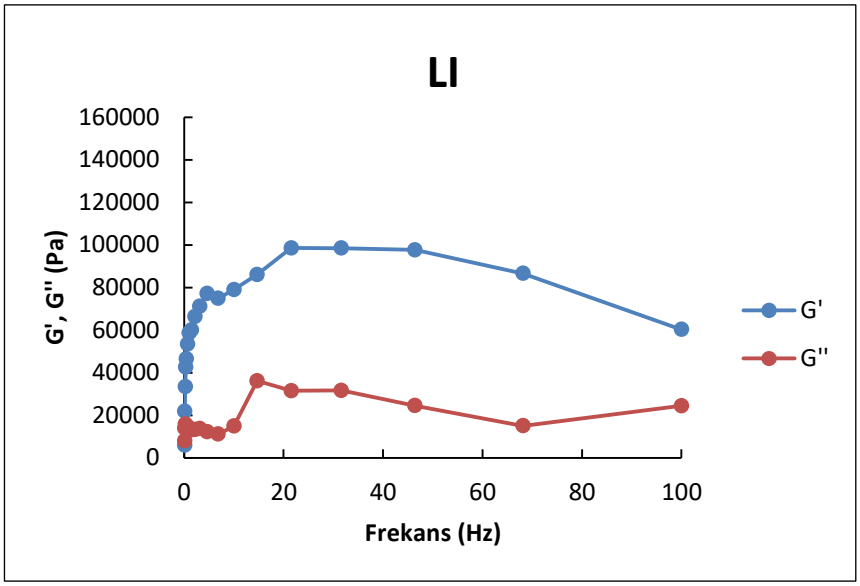


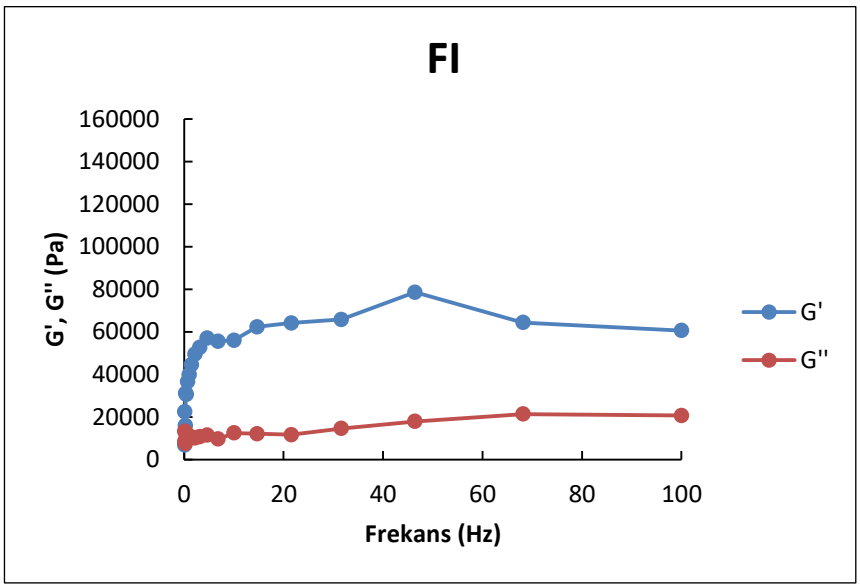
Şekil 4.5 Kakaolu fındık kreması örneklerinin depolama (G') ve kayıp modülü (G'')



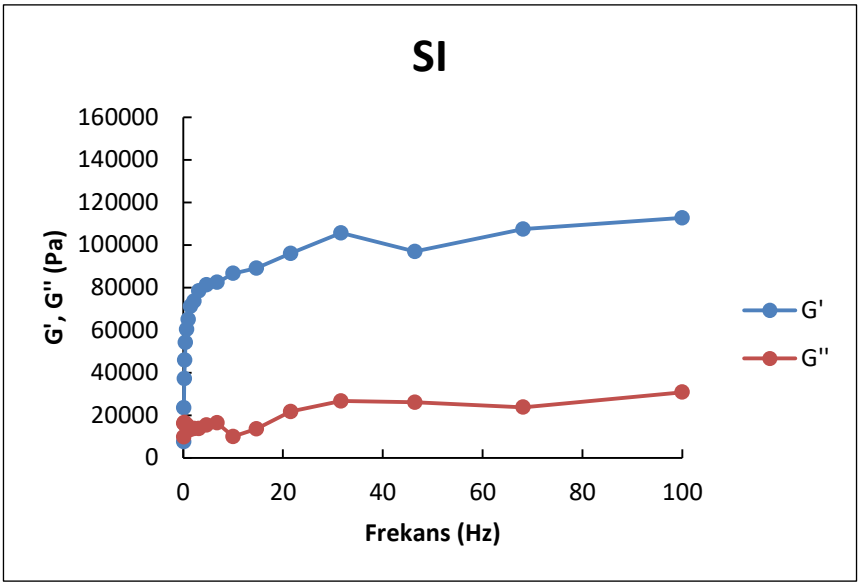


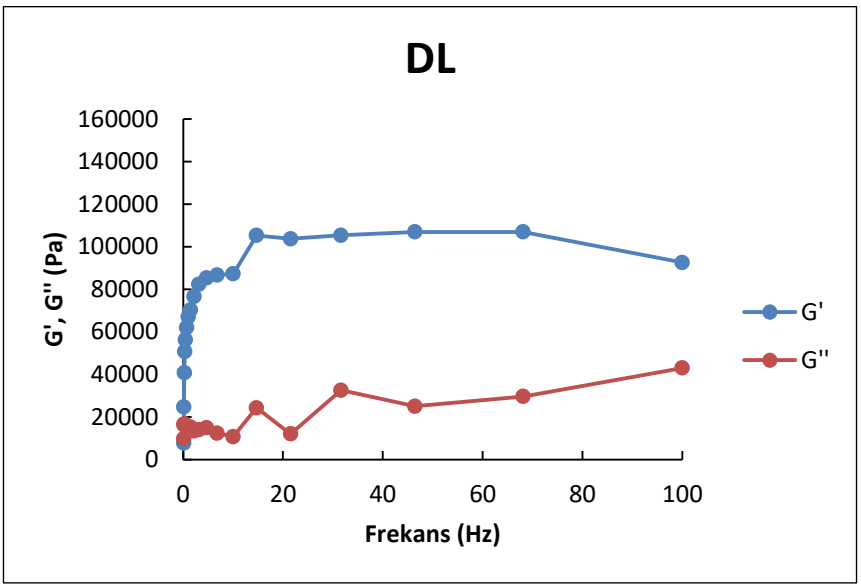
Şekil 4.5 Kakaolu fındık kreması örneklerinin depolama (G') ve kayıp modülü (G") (Devam)





Şekil 4.5 Kakaolu fındık kreması örneklerinin depolama (G') ve kayıp modülü (G'') (Devam)





Şekil 4.5 Kakaolu fındık kreması örneklerinin depolama (G') ve kayıp modülü (G'') (Devam)

4.6 Renk analiz sonuçları

Kakaolu fındık kremalarının renk analiz sonuçları Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Krema örneklerinin L^* değerleri 27,13–28,70 gibi dar bir aralıkta değişim göstermiştir. Bununla birlikte krema örnek tipi L^* değerini önemli şekilde değiştirmiştir ($p<0,05$). En yüksek L^* değeri sakkaroz içeren kontrol kremasında (C0) tespit edilmiştir. Kontrol kreması (C0) ile istatistiksel olarak farkı bulunmayan krema numunesi sukraloz ve İM içeren C2 örneği olmuştur. Ancak sukraloz, İM ve inülin içeren C1 örneği ise en düşük L^* değerini göstermiştir ($p<0,05$). Burada inülinin L^* değerini düşürme etkisi dikkat çekmektedir. Yine sukraloz, İM, inülin ve yağ ikamesi içeren LI, FI, SI ve DL krema numuneleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Ayrıca yağ ikameli bu numuneler ile C1 numunesi arasında önemli bir fark da çıkmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.6 Kakaolu fındık kremalarının renk parametreleri

Örnek	***L****	***a****	***b****	***ΔE***
C0	$28,70^{c} \pm 0,10$	$5,74^{c} \pm 0,01$	$5,69^{c} \pm 0,06$	-
C1	$27,13^{a} \pm 0,11$	$4,88^{a} \pm 0,16$	$4,47^{a} \pm 0,11$	$2,17 \pm 0,14$
C2	$28,14^{bc} \pm 0,04$	$5,19^{b} \pm 0,00$	$4,94^{b} \pm 0,03$	$1,09 \pm 0,00$
LI	$27,54^{ab} \pm 0,12$	$4,93^{a} \pm 0,06$	$4,57^{a} \pm 0,16$	$1,80 \pm 0,14$
FI	$27,42^{a} \pm 0,37$	$4,93^{a} \pm 0,18$	$4,49^{a} \pm 0,18$	$1,94 \pm 0,28$
SI	$27,80^{ab} \pm 0,53$	$5,05^{ab} \pm 0,20$	$4,70^{ab} \pm 0,20$	$1,52 \pm 0,35$
DL	$27,80^{ab} \pm 0,31$	$4,96^{a} \pm 0,07$	$4,55^{a} \pm 0,07$	$1,66 \pm 0,16$

$^{a-c}$Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

Coşar (2021) diyet kakaolu fındık kremalarında L^* değerini 29,202 ile 34,360 arasında belirlemiştir. Ayrıca bu araştırmacı L^* değerleri üzerine ürün reçetesinin etkisinin önemli olduğu ve en yüksek L^* değeri kontrol örneğinde, en düşük L^* değerinin stevia ve inülin içeren numunelerde saptamıştır ve bu diyet numunelerin L^* değerlerinin benzer olduklarını tespit etmiştir. Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında L^* değerini 19,34 ile 30,48 arasında tespit etmiştir. Acan *et al.* (2021) kakaolu fındık kremalarında L^* değerinin 24,1–27,9 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Şahin and Özata (2022) ve Tarakçi and Yildirim (2021) kakaolu fındık kremalarında L^* değerini sırasıyla 18,50−32,73 ve 41,13−42,37 aralığında tespit etmişlerdir.

Kakaolu fındık kremalarının a^* değeri 4,88 ile 5,74 arasında değişim göstermiştir. Kremaların reçeteleri a^* değeri üzerinde istatistiksel olarak etkili bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek a^* değeri sakkaroz içeren kontrol kremasında (C0) tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kontrol kremasından sonra (C0) ikinci en yüksek a^* değeri gösteren krema numunesi sukraloz ve İM içeren C2 örneği olmuştur. Ancak sukraloz, İM ve inülin içeren C1 örneği ise L^* değerinde olduğu gibi en düşük a^* değeri göstermiştir ($p<0,05$). Yine sukraloz, İM, inülin ve yağ ikamesi içeren LI, FI, SI ve DL krema numuneleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Ayrıca yağ ikameli bu numuneler ile C1 numunesi arasında önemli bir fark çıkmamıştır ($p>0,05$).

Coşar (2021) diyet kakaolu fındık kremalarında a^* değerini 5,842 ile 7,758 arasında belirlemiştir. Ayrıca bu araştırmacı a^* değerleri üzerine ürün reçetesinin etkisinin önemli olduğu ve en yüksek a^* değeri kontrol örneğinde, en düşük a^* değerinin stevia ve inülin içeren numunelerde saptamıştır ve ürün reçetesinde inülinin miktarı arttıkça a^* değerlerinin azaldığını tespit etmiştir. Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında a^* değerini 6,02 ile 11,60 arasında tespit etmiştir. Acan *et al.* (2021) kakaolu fındık kremalarında a^* değerinin 9,61–11,60 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Şahin and Özata (2022) ve Tarakçi and Yildirim (2021) kakaolu fındık kremalarında a^* değerini sırasıyla 4,01−6,87 ve 14,09−14,23 aralığında belirlemişlerdir.

Krema örneklerinin b^* değerleri 4,47–5,69 aralığında değişim göstermiştir. Bununla birlikte krema örnek tipi b^* değerini önemli şekilde değiştirmiştir ($p<0,05$). En yüksek b^* değeri sakkaroz içeren kontrol kremasında (C0) tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kontrol kremasından (C0) sonra ikinci yüksek b^* değeri gösteren krema numunesi sukraloz ve İM içeren C2 örneği olmuştur. Diğer renk parametrelerine benzer şekilde sukraloz, İM ve inülin içeren C1 örneği ise en düşük b^* değerini göstermiştir. Yine sukraloz, İM, inülin ve yağ ikamesi içeren LI, FI, SI ve DL krema numuneleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Ayrıca yağ ikameli bu numuneler ile C1 numunesi arasında önemli bir fark da çıkmamıştır ($p>0,05$).

Coşar (2021) diyet kakaolu fındık kremalarında b^* değerini 3,210 ile 6,760 arasında belirlemiştir. Ayrıca araştırmacı b^* değerleri üzerine ürün reçetesinin etkisinin önemli

olduğu ve en yüksek b^* değeri kontrol örneğinde, en düşük b^* değerinin stevia ve inülin içeren numunelerde saptamıştır ve ürün reçetesinde inülinin miktarı arttıkça b^* değerlerinin azaldığını tespit etmiştir. Aydemir (2019a) kakaolu fındık kremalarında b^* değerini 5,46 ile 14,70 arasında tespit etmiştir. Acan *et al.* (2021) kakaolu fındık kremalarında b^* değerinin 1,04–3,93 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Şahin and Özata (2022) ve Tarakçi and Yildirim (2021) kakaolu fındık kremalarında b^* değerini sırasıyla 6,14–12,75 ve 14,29–14,49 aralığında olduğunu rapor etmişlerdir.

Krema örneklerinin kontrolden farklılığını gösteren ΔE^* değeri 1,09–2,17 aralığında değişim göstermiştir. Kontrole en yakın renge C2 numunesi sahip olmuştur. Kontrolden en uzak renge sahip numune ise sukraloz, İM ve inülin içeren C1 örneği olmuştur. Bu renk farklılığına inülinin etkili olduğu düşünülmektedir. Yine sukraloz, İM, inülin ve yağ ikamesi içeren LI, FI, SI ve DL krema numunelerinin ΔE^* değerleri birbirine yakın bulunmuştur. ΔE^* değeri 3'ün üzerine çıktığı zaman kahverengi renk farklılığı insan gözü tarafından ancak algılanabilir (Delgado–Ospina *et al.*, 2021). Bu anlamda bu örneklerin kontrol numunesinden renk farkının gözle algılanması mümkün değildir.

4.7 Duyusal analiz sonuçları

Kakaolu fındık krema örneklerinin duyusal parametreleri olan tat–aroma, yapı–tekstür ve renk–görünüş özelliklerine ait panelistlerin vermiş olduğu puanlara ait değerler Çizelge 4.7' de sunulmuştur.

Çizelge 4.7 Kakaolu fındık kremalarının duyusal özellik puanları

Örnek	Tat–aroma	Yapı–tekstür	Renk–görünüş
C0	$7,55^{e} \pm 0,05$	$4,50^{d} \pm 0,00$	$4,05^{b} \pm 0,15$
C1	$6,35^{cd} \pm 0,05$	$3,30^{bc} \pm 0,10$	$4,00^{b} \pm 0,10$
C2	$6,65^{d} \pm 0,25$	$3,80^{c} \pm 0,30$	$3,35^{ab} \pm 0,05$
LI	$5,20^{a} \pm 0,10$	$2,55^{a} \pm 0,35$	$3,20^{a} \pm 0,10$
FI	$5,59^{ab} \pm 0,32$	$2,80^{ab} \pm 0,10$	$3,70^{ab} \pm 0,20$
SI	$5,80^{b} \pm 0,10$	$3,15^{abc} \pm 0,15$	$3,70^{ab} \pm 0,30$
DL	$5,30^{ab} \pm 0,10$	$3,05^{ab} \pm 0,15$	$3,80^{ab} \pm 0,30$

[a-e]Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)

Kakaolu fındık kremalarının tat–aroma puanları 5,20 ile 7,55 arasında değişim göstermiştir. Örnek çeşidi tat–aroma puanları üzerinde istatistiksel olarak önemli derecede etkili bulunmuştur ($p<0,05$). Sakkaroz içeren C0 kontrol örneği en yüksek tat–aroma puanına sahip olmuş olup diğer tüm krema numunelerinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). C0 kontrol numunesini takip eden numune ise sukraloz ve İM içeren C2 örneği omuştur. Sukraloz, İM ve inülin içeren C1 örneği ise C2 örneğinden daha düşük tat–aroma puanı almış olmasına rağmen bu iki krema arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu sonuçlara göre yapay tatlandırıcı sukraloz ve dolgu maddesi İM birlikte kullanımı sakkarozun yalnız kullanımına göre tat–aroma özelliğini olumsuz etkilediği saptanmıştır. Ayrıca C1 ve C2 numunelerinin tat–aroma puanları incelendiğinde inülinin de tat–aroma özelliğini bir miktar olumsuz etkilediği görülmektedir. Bulgularımıza benzer şekilde Çoban (2021) 3 ay depolamanın ardından kakaolu fındık kremalarında inülin miktarı arttıkça tat ve lezzet puanlarının düştüğünü belirlemiştir. Yağ ikameli krema örnekleri ise C0, C1 ve C2 numunelerine göre önemli derecede düşük tat–aroma puanları almışlardır ($p<0,05$). Yağ ikameleri ile ilgili olarak en yüksek puanı SI katkılı krema alırken en düşük puanı ise LI katkılı krema almıştır. Yağ ikameli kremalar arasında istatistiksel olarak tek farklılık SI ve LI numuneleri arasında bulunmuştur ($p<0,05$).

Kakaolu fındık kremalarının yapı–tekstür puanları 2,80 ile 4,50 arasında değişim göstermiştir. Örnek çeşidi tat–aroma puanlarına benzer şekilde yapı–tekstür puanları üzerinde de istatistiksel olarak önemli derecede etkili bulunmuştur ($p<0,05$). Sakkaroz içeren C0 kontrol örneği en yüksek yapı–tekstür puanına sahip olmuş olup diğer tüm krema numunelerinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). C0 kontrol numunesini takip eden numune ise sukraloz ve İM içeren C2 örneği omuştur. Sukraloz, İM ve inülin içeren C1 örneği ise C2 örneğinden daha düşük yapı–tekstür puanı almış olmasına rağmen bu iki krema arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu sonuçlara göre yapay tatlandırıcı sukraloz ve dolgu maddesi İM birlikte kullanımı sakkarozun yalnız kullanımına göre tat–aroma özelliğinde olduğu gibi yapı–tekstür özelliğini de olumsuz etkilediği görülmüştür. Ayrıca C1 ve C2 numunelerinin yapı–tekstür puanları incelendiğinde inülinin de tat–aroma özelliğinde olduğu gibi

yapı–tekstür özelliğini de bir miktar olumsuz etkilediği anlaşılmaktadır. Bulgularımıza benzer şekilde Çoban (2021) 3 ay depolamanın ardından kakaolu fındık kremalarında inülin miktarı arttıkça kıvam ve sürülebilirlik puanlarının düştüğünü belirlemiştir. Yağ ikameli krema örnekleri ise C0, C1 ve C2 numunelerine göre SI numunesi hariç önemli derecede düşük tat–aroma puanları almışlardır ($p<0,05$). Yağ ikameleri ile ilgili olarak en yüksek puanı SI katkılı krema alırken en düşük puanı ise LI katkılı krema almıştır. Yağ ikameli kremalar arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirlenememiştir ($p>0,05$).

Kakaolu fındık kremalarının renk–görünüş puanları 3,20 ile 4,05 arasında değişim göstermiştir. Örnek çeşidi renk–görünüş puanları üzerinde istatistiksel olarak önemli derecede etkili bulunmuştur ($p<0,05$). Sakkaroz içeren C0 kontrol örneği en yüksek renk–görünüş puanına sahip olmuş olup, LI numunesi hariç diğer krema numunelerinden önemli derecede farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). Yağ ikamesi içermeyen C0, C1 ve C2 numuneleri arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Yağ ikameli krema numuneleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamasına rağmen FI, SI ve DL yakın benzer puanlar alırken LI bunlardan daha düşük renk- görünüş puanına sahip olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında prebiyotik madde olarak inülin katkılı ve kalori düşürmek amacıyla da sakkaroz yerine sukraloz kullanımı yanında yağın kısmi olarak (%15) azaltılarak yerine dört farklı yağ ikamesi kullanılması yoluyla enerji değeri düşürülmüş prebiyotik kakaolu fındık kreması üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen kakaolu krema örnekleri fiziksel, tekstürel, reolojik ve duyusal yönden incelenmiştir.

Kakaolu fındık kreması çeşidinin HYA değerleri üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sakkaroz içeren kontrol örneği (C0) en yüksek yağ ayrılması değerini göstermiştir ($p<0,05$). En az yağ ayrılmasının SI kremasında olduğu gözlenmiş olup bu krema ile LI, FI, SI ve DL kremaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). İM ile inülinin yağ ayrılmasına etkisi arasında fark bulunmamıştır. Ancak sakkaroz yerine sukraloz ve İM veya inülin kullanıldığında yağ ayrılması değeri önemli düzeyde azalma göstermiştir ($p<0,05$). Yağ miktarının %15 düzeyinde azaltılıp bunun yerine yağ ikame maddesi kullanıldığında yani LI, FI, SI ve DL örneklerinde HYA değerleri önemli düzeyde düşmüştür ($p<0,05$).

Sakkaroz içeren kontrol örneği (C0), sukraloz yanında inülin ve İM içeren C1 örneği ile İM içeren C2 örneği arasında su aktivitesi yönünden fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Yani sakkaroz, İM ve inülinin su aktivitesine etkileri arasında fark bulunmamıştır. Ancak yağ azaltılıp yerine yağ ikamesi kullanıldığında su aktivitesi değerleri bir miktar azalma göstermiştir. Bu azalma DL numunesi hariç önemli değildir ($p>0,05$). En fazla su aktivitesi azaltıcı etki DL'da görülmüştür.

Kremalara örneklerinin tesktürel parametreleri olan sıkılık, sürülebilirlik, yapışkanlık ve tutunabilirlik değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Yani kullanılan tatlandırıcı sukraloz, prebiyotik kaynağı inülin, dolgu maddesi İM ve yağ ikame maddeleri LI, FI, SI ve DL kremaların tekstürel parametrelerine önemli bir etkide bulunmamıştır ($p>0,05$).

Kakaolu fındık kremalarının PBD parametreleri d(0,1) ve d(0,5) ve ortalama karakteristik çapları olan D[3,2] ve D[4,3] değerleri bakımından bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Kremalar arasında farklılık sadece d(0,9) ve boyut dağılım genişliği (span) parametrelerinde görülmüştür ($p<0,05$). En yüksek d(0,9) değeri C1 kremasında, en düşük değer ise SI kremasında saptanmıştır. İstatistiksel olarak tek farklılık C1 kreması ile SI ve DL kremaları arasında tespit edilmiştir ($p<0,05$). Diğer krema örnekleri arasında d(0,9) değerleri açısından bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Bu tez kapsamında istatistiksel açıdan tek farklılık sukraloz, inülin ve İM içeren C1 numunesi ile sukraloz, inülin, İM ve fibersol içeren FI numunesi arasında çıkmıştır ($p<0,05$). Fibersol II® kullanımı dağılım genişliğini önemli düzeyde azaltmıştır ($p<0,05$).

Kakaolu fındık kreması örneklerinin tümünde Newtonyen olmayan akış olan pseudoplastik akış tipi gözlenmiştir. Krema numunelerinde yağ azaltılıp yağ ikame maddeleri kullanılan numunelerde görünür viskozite ve akma gerilimi önemli düzeyde artış göstermiştir ($p<0,05$). Tüm krema örneklerinde G′ değeri tüm frekans boyunca G″ den daha yüksek bir değişim sergilemiş yani kakaolu fındık kremalarında elastik özelliğin viskoz karakterden daha etkin olduğu gözlenmiştir.

Krema örnek tipi L^*, a^* ve b^* değerini önemli şekilde değiştirmiştir ($p<0,05$). En yüksek L^*, a^* ve b^* değeri sakkaroz içeren kontrol kremasında (C0) tespit edilmiştir. Kontrol kreması (C0) ile istatistiksel olarak farkı bulunmayan krema numunesi sukraloz ve İM içeren C2 örneği olmuştur. Ancak sukraloz, İM ve inülin içeren C1 örneği ise en düşük L^*, a^* ve b^* değerini göstermiştir ($p<0,05$). Burada inülinin L^*, a^* ve b^* değerini düşürme etkisi dikkat çekmektedir. Yine sukraloz, İM, inülin ve yağ ikamesi içeren LI, FI, SI ve DL krema numuneleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Yine sukraloz, İM, inülin ve farklı yağ ikameleri içeren LI, FI, SI ve DL krema numuneleri arasında L^*, a^* ve b^* değerleri bakımından istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Örnek çeşidi duyusal parametreler olan tat–aroma, yapı–tekstür ve renk–görünüş puanları üzerinde istatistiksel olarak önemli derecede etkili bulunmuştur ($p<0,05$). Tat–

aroma ve yapı–tekstür yönünden sakkaroz içeren C0 kontrol örneği en yüksek puana sahip olmuş olup diğer tüm krema numunelerinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Yapay tatlandırıcı sukraloz ve dolgu maddesi İM birlikte kullanımı sakkarozun yalnız kullanımına göre tat–aroma ve yapı–tekstür özelliğini olumsuz etkilediği görülmüştür. Ayrıca C1 ve C2 numunelerinin tat–aroma ve yapı–tekstür puanları incelendiğinde inülinin bu parametrelere bir miktar olumsuz etkisinin olduğu anlaşılmıştır. Yağ ikameli numuneler arasında en yüksek tat–aroma ve yapı–tekstür puanını SI katkılı krema alırken en düşük puanı ise LI katkılı krema almıştır. Yağ ikameli kremalar arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirlenememiştir ($p>0,05$). Örnek çeşidi renk–görünüş puanların üzerinde istatistiksel olarak önemli derecede etkili bulunmuştur ($p<0,05$). Sakkaroz içeren C0 kontrol örneği en yüksek renk–görünüş puanına sahip olmuş olup diğer LI numunesi hariç diğer krema numunelerinden önemli derecede farklı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Sonuç olarak prebiyotik ve kalorisi düşürülmüş kakaolu fındık kreması üretimi amacıyla kullanılan sukraloz, İM ve inülin kullanımı duyusal yönden tat–aroma ve yapı–tekstür özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca reçeteye kalori düşürmek amacıyla yağ ikamesi dahil edildiğinde ise aynı duyusal parametreler daha da olumsuz etkilenmektedir. Bu anlamda olumsuz etkisi en az olan yağ ikamesinin Simplesse 100® olduğu görülmüştür. Ayrıca en az yağ ayrılmasının yine SI katkısında olması ve PBD parametreleri ve karakteristik ortalama çapların en düşük SI katkılı kremada gözlenmesi yanında depolama (G') ve kayıp modülü (G") ve ΔE^* renk farklılığı değerlerinin kontrol numunesine en yakın SI katkılı kremada bulunması sebebiyle SI diğer yağ ikamelerine göre daha üstün bulunmuştur.

Bu çalışmada şeker yönünden sakkaroz yerine yapay tatlandırıcı ve dolgu maddesi kullanarak kaloriyi düşürmenin ürünün özelliklerine etkisinin olumsuz yönde daha az olduğu ancak yağı azaltarak yerine yağ ikamesi kullanımının ürünün özelliklerini olumsuz yönde daha fazla etkilediği anlaşılmıştır. Bundan sonraki çalışmalar için karbonhidrat ve protein bazlı yağ ikamesi yerine sağlıklı sindirilmeyen yağ bazlı yağ ikamelerinin kullanımının kakaolu fındık kremasının özelliklerine daha olumlu etkileri olacağı öngörülerek önerilebilir.

KAYNAKLAR

Abbasi, S. and Farzanmehr H. 2009. Optimization of the formulation of prebiotic milk chocolate based on rheological properties. Food Technol. Biotechnol, 47: 396–403.

Acan, B. G., Toker, O. S., Palabiyik, I., Pirouzian, H. R., Bursa, K., Kilicli, M., Yaman, M., Er, T. and Konar, N. 2021. Physicochemical properties of chocolate spread with hazelnut cake: Comparative study and optimization. LWT - Food Science and Technology, 147: 111548.

Afoakwa, E. O., Paterson, A. and Fowler, M. 2008. Effects of particle size distribution and composition on rheological properties of dark chocolate. European Food Research and Technology, 226: 1259-1268.

Aidoo, R. P., Afoakwa, E. O. and Dewettinck, K. 2014. Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture – Rheological, microstructure and physical quality characteristics. Journal of Food Engineering, 126: 35-42.

Aidoo, R. P., Afoakwa, E. O. and Dewettinck, K. 2015. Rheological properties, melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. LWT-Food Science and Technology, 62(1): 592-597.

Aidoo, R. P., Depypere, F., Afoakwa, E. O. and Dewettinck, K. 2013. Industrial manufacture of sugar-free chocolates–Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. Trends in Food Science & Technology, 32(2): 84-96.

Akgül, A. 2018. Bifidobacterium animalis subsp. Lactis Bb-12 ve inülin içeren sinbiyotik sütlü çikolataların kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Niversitesi, 64 sayfa, Konya.

Almeida, P. F. and Lannes, S. C. S. 2017. Effects of chicken by-product gelatin on the physicochemical properties and texture of chocolate spread. Journal of Texture Studies, 48: 392–402.

Anonim. 2010. TS8371 – Fındık Ezmesi Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim. 2011. Web sitesi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Kakao. Erişim tarihi: 19.04.2022

Anonim. 2017. Türk Gıda Kodeksi Kakao ve Çikolata Ürünleri Tebliği. Tebliğ No:2017/29. Resmi Gazete Tarih ve No: 03.11.2017-30229

Anonim. 2017a. Web sitesi. https://kib.org.tr/tr/birlikler-findik-ve-mamulleri-ihracatcilari-birligi-findik-hakkinda-genel-bilgiler.html. Erişim Tarihi: 20.04.2022

Anonim. 2017b. Web sitesi. https://kib.org.tr/tr/birlikler-findik-ve-mamulleri-ihracatcilari-birligi-findik-hakkinda-findik-cesitleri.html. Erişim Tarihi: 20.04.2022

Anonim. 2020. Web sitesi. https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2021/04/2020-Dis-Ticaret-Verileri-HD.pdf. ErişimTarihi: 19.04.2022

Anonim. 2021. Web sitesi. https://dogruveri.com/en-fazla-kakao-ureten-ulkeler-2020-metrik-ton/. Erişim Tarihi: 19.04.2022

Anonim. 2021a. Web sitesi. https://www.helvamarket.com/blog/icerik/findik-kremasi-faydalari#:~:text=F%C4%B1nd%C4%B1k%20kremas%C4%B1%3B%20kakao%2C%20%C5%9Feker%2C,dinlendirilerek%2C%20s%C3%BCr%C3%BClebilir%20k%C4%B1vamda%20olmas%C4%B1%20sa%C4%9Flan%C4%B1r. Erişim tarihi: 24.04.2022

Anonim. 2022. Web sitesi. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2022-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Rapor%C4%B1/F%C4%B1nd%C4%B1k,%20Ocak-2022%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu--+.pdf. Erişim tarihi: 20.04.2022

Anonim. A. Web sitesi. http://www.turkomp.gov.tr/food-kakao-toz-675. Erişim tarihi: 19.04.2022

Anonim. B. Web sitesi. https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2021/04/2020-Dis-Ticaret-Verileri-HD.pdf. Erişim Tarihi: 19.04.2022

Anonim. C. Web sitesi. https://www.ahika.gov.tr/assets/upload/dosyalar/kakao.pdf Erişim Tarihi: 20.04.2022

Anonim. D. Web sitesi. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=29. Erişim Tarihi: 20.04.2022

Anonim. E. Web sitesi. https://www.nutella.com/tr/tr/inside-nutella/mirasimiz. Erişim tarihi: 04.04.2022

Anonim. F. Web sitesi. https://www.rotel.com.tr/urun/fonksiyonel-urunler/#:~:text=Sindirime%20diren%C3%A7li%20olduk%C3%A7a%20yeni%20bir,liflerine%20g%C3%B6re%20olduk%C3%A7a%20avantaj%20sa%C4%9Flar. Erişim Tarihi: 10.11.2022

Aşcıoğlu, N. E. 2021. Yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen enerjisi düşürülmüş bisküvilerin kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, 108 sayfa, Konya.

Aydemir, O. 2019a. Utilization of different oils and fats in cocoa hazelnut cream production. Journal of Food Processing and Preservation, 43(5): e13930.

Aydemir, O. 2019b. Yeni bir ürün–kakaolu kestane kreması üretiminde kavurma sıcaklığının etkisi. Gıda, 44: 576–584.

Aydemir, O. and Atalar, I. 2019. Functionality of chestnut and fat/oil contents in cocoa chestnut cream production-A new product development. Journal of Food Process Engineering, 42: e13222.

Aydemir, O., Beşir, A. & Mohamed Aden, H. 2021b. Textural and rheological characteristics of cocoa hazelnut cream partially substituted with glucose syrup. European Food Science and Engineering, 2(1): 13-17.

Aydemir, O., Sarıcaoğlu, F. T., & Atalar, İ. 2021a. Dynamics of carob flour contents and palm stearin/palm olein ratios in cocoa carob cream production–a new product development. Journal of Food Processing and Preservation, 45: e15739.

Azad, Z. R. A. A. 2018. Technological and quality parameters of reduced-calorie chocolates: a review. International Journal on Nutraceuticals, Functional Foods and Novel Foods, 17: 33-40.

Baruah, U. and Bhattacharyya, R. 2017. Fat Replacers in Food Production. International Journal of Food, Nutrition and Dietetics, 5(2): 79-88.

Bouaziz, M. A. Abbes, F. Mokni, A. Blecker, C., Attia, H., and Besbes, S. 2017. The addition effect of Tunisian date seed fibers on the quality of chocolate spreads. Journal of Texture Studies, 48: 143–150.

Carocho, M., Morales, P. and Ferreira, I. C. F. R. 2017. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. Food and Chemical Toxicology, 107: 302–317.

Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U. and Chakraborty, R. 2011. Artificial sweeteners – a review. Journal of Food Science and Technology, 51(4): 611–621.

Cho, S. S. and Samuel, P. (Eds.). 2009. Fiber ingredients: food applications and health benefits. CRC press, pp. 173-204, New York.

Coşar, S. 2021. İnülin ile zenginleştirilmiş stevia ile tatlandırılmış kakaolu fındık kremasının fizikokimyasal özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, 106 sayfa, Ordu.

Craig, S. A. S., Anderson, J. M., Holden, J. F. and Murray, P. R. 1996. Bulking agents: polydextrose. Carbohydrates as Organic Raw Materials III, 217-230.

Çıkrıkcı, S., Yücekutlu, M., Mert, B. and Oztop, M. H. 2017. Physical characterization of low-calorie chocolate formulations. Journal of Food Measurement and Characterization, 11(1): 41-49.

Çiftçi, E. Ş. 2019. İstanbul ilinde şeker ve şekerli mamüller tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ namık kemal üniversitesi, 87 sayfa, Tekirdağ.

Çoban, M. 2021. Diyet lifi ile zenginleştirilmiş kakaolu fındık ezmesi üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, 84 sayfa, Ordu.

De Melo, L. L. M. M., Bolini, H. M. A. and Efraim, P. 2009. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. Food Quality and Preference, 20(2): 138-143.

Delgado-Ospina, J., Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. Á., Martuscelli, M. and Chaves-López, C. 2021. Bioactive compounds and techno-functional properties of high-fiber co-products of the cacao agro-industrial chain. Heliyon, 7(4): e06799.

Demirci, M., Sağdıç, O., Çavuş, M., Pehlivanoğlu, H., Yılmaz, M. T., Çağlar, M. 2017. Prebiyotik oligosakkaritlerin kaynakları, üretimleri ve gıda uygulamaları. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(10): 20-31.

Emadzadeh, B., Razavi, S. M. A., Mahallati, M. N. 2011. Effects of fat replacers and sweeteners on the time-dependent rheological characteristics and emulsion stability of low-calorie pistachio butter: A response surface methodology. Food and Bioprocess Technology, 5(5): 1581–1591.

Emadzadeh, B., Razavi, S. M. and Mahallati, M. N. 2012. Effects of fat replacers and sweeteners on the time-dependent rheological characteristics and emulsion stability of low-calorie pistachio butter: A response surface methodology. Food and Bioprocess Technology, 5(5): 1581-1591.

Evren, S. 2011. Naturel fındık ununun depolama stabilitesi. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 136 sayfa, Samsun.

Fayaz, G., Goli, S. A. H., Kadivar, M., Valoppi, F., Barba, L., Calligaris, S. and Nicoli M. C. 2017. Potential application of pomegranate seed oil oleogels based onmonoglycerides, beeswax and propolis wax as partial substitutes of palm oil in functional chocolate spread. LWT - Food Science and Technology, 86: 523–529.

FDA (U.S. Food and Drug Administration), 2018. Web sitesi. https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/additional-information-about-high-intensity-sweeteners-permitted-use-food-united-states. Erişim tarihi: 01.06.2022

Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L. and Roberfroid, M. 2001. Inulin and Oligofructose as Dietary Fiber: A Review of the Evidence. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 41(5): 353–362.

Gills, L. A. and Resurreccion, A. V. A. 2000. Sensory and physical properties of peanut butter treated with palm oil and hydrogenated vegetable oil to prevent oil separation. Journal of Food Science, 65: 173–180.

İşgören, A., Sungur, S. 2019. Tatlandırıcılar. Lectio Scientific, 3(1): 19-33.

Jana, A., Balakrishnan, S., Suthar, J. and Patel, A. 2021. A treatise on high protein milk ingredients-A valued food additive for food products. Research Aspects in Agriculture and Veterinary Science, 2: 83-94.

Kaçar, A. ve Şahan, N. 2004. Yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen enerji düzeyi azaltılmış dondurmaların kimyasal özellikleri. Harran Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1): 7-13.

Kaya, Y., Şahin, E., Dertli, E. 2019. Önemli bir prebiyotik olarak inülin. Mas Internatıonal Conference On Mathematıcs-Engıneerıng-Natural & Medıcal Scıences-V. Erzurum.

Khalifa, F. K. 2017. Prebıotıcs as fat replacers. Journal of Advanced Research, 5 (6): 1466-1473.

Khamrui, K, 2019. Properties of the ingredients used in dietetic foods.

Kishimoto, Y., Oga, H., Tagami, H., Okuma, K. and Gordon, D.T. 2007. Suppressive effect of resistant maltodextrin on postprandial blood triacylglycerol elevation. European Journal of Nutrition, 46: 133–8.

Konar, N., Özhan, B., Artık, N. and Poyrazoglu, E. S. 2014. Using polydextrose as a prebiotic substance in milk chocolate: effects of process parameters on physical and rheological properties. CyTA-Journal of Food, 12(2): 150-159.

Kopjar, M., Pilizota, V., Hribar, J., Simcic, M., Zlatic, E. and Nedic Tiban, N. 2008. Influence of trehalose addition and storage conditions on the quality of strawberry cream filling. Journal of Food Engineering, 87: 341–350.

Kök Taş, T. ve Güzel-Seydim, Z. 2010. Çeşitli yağ ikame maddeleri ve probiyotik kullanımının ayran kalite kriterleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. Gıda, 35(2): 105–111.

Kuntz, L. 1994. Web sitesi. https://www.supermarketnews.com/archive/dairy-lo-cuts-fat-keeps-cheese-taste. Erişim tarihi: 19.05.2022.

Kurt, A. 2013. Salep glukomannanın film oluşturma özellikleri ve emülsiyon stabilitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondoukuz Mayıs Üniversitesi, 108 sayfa, Samsun.

Li, L. and Liu, G. 2019. Corn oil-based oleogels with different gelation mechanisms as novel cocoa butter alternatives in dark chocolate. Journal of Food Engineering, 263: 114-122.

Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Zarić, D., Sakač, M., Torbica, A., ... & Omorjan, R. 2016. The impact of sunflower and rapeseed lecithin on the rheological properties of spreadable cocoa cream. Journal of Food Engineering, 171: 67-77.

Manzocco, L., Calligaris, S., Camerin, M., Pizzale, L. and Nicoli, M. C. 2014. Prediction of firmness and physical stability of low-fat chocolate spreads. Journal of Food Engineering, 126: 120–125.

Mieles-Gómez, L., Quintana, S. E. and García-Zapateiro, L. A. 2021. Development of new eggplant spread product: A rheological and chemical characterization. Heliyon 7: e07795.

Mohd Rozalli, N. H., Chin, N. L. and Yusof, Y. A. 2015. Grinding characteristics of Asian originated peanuts (Arachishypogaea L.) and specific energy consumption during ultra-high speed grinding for natural peanut butter production. Journal of Food Engineering, 152: 1–7.

Molinary, S.V. and Quinlan, M.E. 2012. Sucralose. Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology, 167-181.

Özat, E. T. 2018. B-glukan ilavesi ile fonksiyonel çikolata çeşitlerinin (sütlü, bitter, beyaz ve sürülebilir kakaolu fındık kreması) geliştirilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, 172 sayfa, Ankara.

Özdemir, D., Başer, H., Çakır, B. 2014. Turkiye Klinikleri Journal of Endocrinology. 9(2): 60-70

Özkan, M. 2020. Web sitesi. http://www.turktarim.gov.tr/Haber/406/cikolatada-kakao-orani-en-az-yuzde-35 olmali#:~:text=T%C3%BCrkiye%20%C4%B0statistik%20Kurumu%20verilerine%20g%C3%B6re,%C3%A7ikolatal%C4%B1%20di%C4%9Fer%20g%C4%B1dalar%20ihra%C3%A7%20edilmi%C5%9Ftir. Erişim Tarihi: 20.04.2022

Özocak, A. 2004. Çikolatalarda kakao yağı ikamelerinin tesbiti. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, 74 sayfa, İstanbul.

Paixão, J. A., Rodrigues, J. B., Esmerino, E. A., Cruz, A. G. and Bolini, H. M. A. 2014. Influence of temperature and fat content on ideal sucrose concentration, sweetening power, and sweetness equivalence of different sweeteners in chocolate milk beverage. Journal of Dairy Science, 97(12): 7344-7353.

Peinado I., Rosa E., Heredia A., Escriche, I., Andrés, A. 2016. Influence of storage on the volatile profile, mechanical, optical properties and antioxidant activity of strawberry spreads made with isomaltulose. Food Biosciences, 14: 10–20.

Peinado, I., Rosa, E. and Heredia, A. 2012. Rheological characteristics of healthy sugar substituted spreadable strawberry product. Journal of Food Engineering 113: 365-373.

Pirouzian, H. R. 2022. Using maltitol and xylitol as alternative bulking agents in milk chocolate: modelling approach. Journal of Food Science and Technology, 59(6), 2492-2500.

Polat, S. 2021. Comparison of some chemical, textural and sensorial properties of commercial hazelnut-cacao spreads. GIDA (2021), 46(1): 190-200.

Rad, A. H. and Pirouzian, H. R. 2020. Optimization of prebiotic sucrose-free milk chocolate formulation by mixture design. Journal of Food Science and Technology, 58(1): 244–254.

Rolim, P. M. 2015. Development of prebiotic food products and health benefits. Food Science and Technology (Campinas), 35(1): 3-10.

Samsudin, S. Y. 2006. Web sitesi. http://pod.mpob.gov.my/index.php/2020/03/28/low-fat-chocolate-spread-based-on-palm-oil/. Erişim tarihi 14.01.2022

Saputro, A. D., Van de Walle, D., Aidoo, R. P., Mensah, M. A., Delbaere, C., De Clercq, N., ... & Dewettinck, K. 2017. Quality attributes of dark chocolates formulated with palm sap-based sugar as nutritious and natural alternative sweetener. European Food Research and Technology, 243(2): 177-191.

Sarfarazi, M. and Mohebbi, M. 2020. An investigation into the crystalline structure, and the rheological, thermal, textural and sensory properties of sugar-free milk chocolate: effect of inulin and maltodextrin. Journal of Food Measurement and Characterization, 14(3): 1568-1581.

Savitha, Y. S., Indrani, D., & Prakash, J. 2008. Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough biscuits. Journal of Texture studies, 39(6): 605-616.

Shah, A. B., Jones, G. P., & Vasiljevic, T. 2010. Sucrose-free chocolate sweetened with Stevia rebaudiana extract and containing different bulking agents–effects on physicochemical and sensory properties. International journal of food science & technology, 45(7): 1426-1435.

Stargel, W. W., Butchko, H. H., Hjelle, J. J., & Tschanz, C. 1991. Simplesse®: A Natural Fat Substitute. In Obesity: Dietary Factors and Control, pp. 25-35, Karger Publishers.

Suna, S., Çopur, Ö. U. 2018. A new approach: replacement and alternative foods for food industry. Alternative and Replacement Foods, 1–30.

Şahin, S. and Özata, A. B. 2022. Substitution of cocoa powder with hazelnut skin powder in cocoa hazelnut spreads. Journal of Food Processing and Preservation, e17276.

Şenerkek, S. Ş., 2019. Yağ ikamesi olarak inülin kullanımının bisküvi kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, 103 sayfa, Tekirdağ.

Tarakçi, Z. and Yildirim, M. 2021. Effects of ghee and olive oil usage on cocoa hazelnut spreads during storage. Journal of Food Processing and Preservation, 45: e15246.

Tiihonen, K. K., Röytiö, H., Putaala, H., & Ouwehand, A. C. 2011. Polydextrose functional fibre. Nutrafoods, 10(2): 23-28.

Türközü, D., Karabudak, E., Tayfur , M. 2012. Besinlerde yağ yerine kullanılan maddeler. Beslenme ve Diyet Dergisi, 40(2): 183-190.

Us, F. 2014. Su ve buz. Gıda Kimyası (ed. İ. Saldamlı). Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 9-46, Ankara.

USFDA, U.S. Food and Drug Administration. 1998. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption: sucralose. Final rule. Fed Reg, 63:16417--16433.

USFDA, U.S. Food and Drug Administration. 1999. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption: sucralose, Final rule. Fed Reg, 64:43908--43909.

Uysal, H., Kınık, Ö., Kesenkaş, H., Akbulut, N. 2003. Düşük kalorili yoğurt üretiminde Simplesse ®100 kullanımı. GIDA, 28(6): 631-635.

Wang, Y. 2009. Prebiotics: Present and future in food science and technology. Food Research International, 42(1): 8-12.

Yılmaz, N. 2007. Yapay tatlandırıcılar ve gıda sanayiinde kullanımları. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, 61 sayfa, Bursa.

Yilsay, T. Ö., Yilmaz, L., & Bayizit, A. A. 2006. The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream. European Food Research and Technology, 222(1): 171-175.

Yüksel, G.N. 2019. Şeker Otu (Stevia Rebaudiana) ve ürünlerinin kek ve kurabiyede şeker yerine kullanılabilirliğinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, 196 sayfa, Antalya.

EKLER

EK 1. CO örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

EK 2. C1 örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

EK 3. C2 örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

EK 4. LI örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

EK 5. FI örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

EK 6. SI örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

EK 7. DL örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

EK 8. CO örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

EK 9. C1 örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

EK 10. C2 örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

EK 11. LI örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

EK 12. FI örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

EK 13. SI örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

EK 14. DL örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

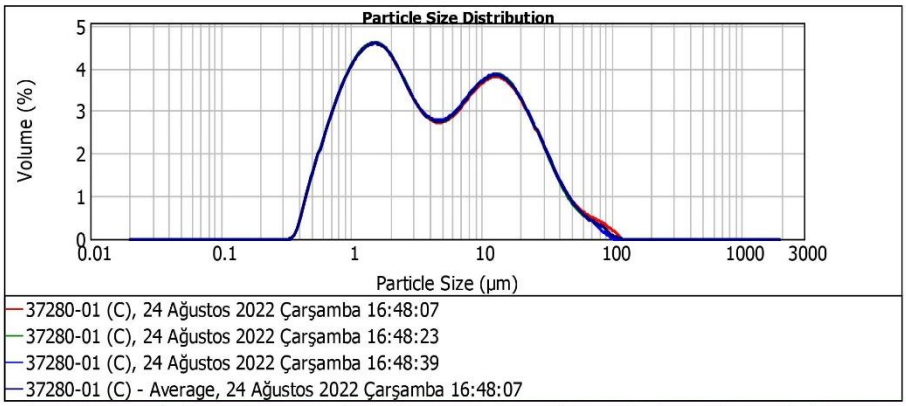
EK 1. CO örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37280-01 (C) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 16:48:07	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 16:48:09	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 9.34 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 2.706 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0034 %Vol	**Span :** 6.190	**Uniformity:** 2.02	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.76 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.171 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 9.519 um	

d(0.1): 0.834 um **d(0.5):** 3.890 um **d(0.9):** 24.915 um



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.011	0.00
0.013	0.00
0.015	0.00
0.017	0.00
0.020	0.00
0.023	0.00
0.026	0.00
0.030	0.00
0.035	0.00
0.040	0.00
0.046	0.00
0.052	0.00
0.060	0.00
0.069	0.00
0.079	0.00
0.091	0.00
0.105	0.00

Size (µm)	Volume In %
0.105	0.00
0.120	0.00
0.138	0.00
0.158	0.00
0.182	0.00
0.209	0.00
0.240	0.00
0.275	0.00
0.316	0.00
0.363	0.23
0.417	0.83
0.479	1.41
0.550	1.98
0.631	2.50
0.724	2.98
0.832	3.37
0.955	3.70
1.096	3.94

Size (µm)	Volume In %
1.096	3.94
1.259	4.09
1.445	4.14
1.660	4.06
1.905	3.87
2.188	3.58
2.512	3.25
2.884	2.94
3.311	2.69
3.802	2.54
4.365	2.48
5.012	2.52
5.754	2.64
6.607	2.82
7.586	3.03
8.710	3.23
10.000	3.38
11.482	3.46

Size (µm)	Volume In %
11.482	3.46
13.183	3.44
15.136	3.33
17.378	3.13
19.953	2.85
22.909	2.52
26.303	2.15
30.200	1.77
34.674	1.40
39.811	1.08
45.709	0.82
52.481	0.62
60.256	0.48
69.183	0.36
79.433	0.25
91.201	0.10
104.713	0.02
120.226	0.00

Size (µm)	Volume In %
120.226	0.00
138.038	0.00
158.489	0.00
181.970	0.00
208.930	0.00
239.883	0.00
275.423	0.00
316.228	0.00
363.078	0.00
416.869	0.00
478.630	0.00
549.541	0.00
630.957	0.00
724.436	0.00
831.764	0.00
954.993	0.00
1096.478	0.00
1258.925	0.00

Size (µm)	Volume In %
1258.925	0.00
1445.440	0.00
1659.587	0.00
1905.461	0.00
2187.762	0.00
2511.886	0.00
2884.032	0.00
3311.311	0.00
3801.894	0.00
4365.158	0.00
5011.872	0.00
5754.399	0.00
6606.934	0.00
7585.776	0.00
8709.636	0.00
10000.000	

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8049
25.08.2022 11:55:24

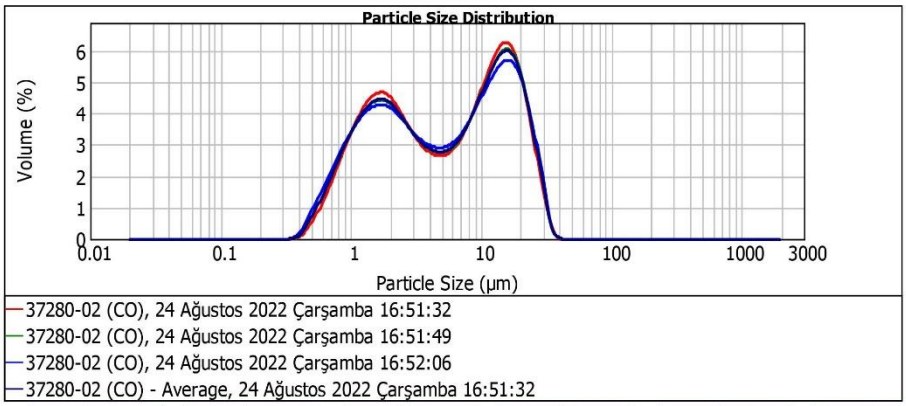
EK 2. C1 örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37280-02 (CO) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 16:51:32	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 16:51:34	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 5.24 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 4.061 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0021 %Vol	**Span :** 3.592	**Uniformity:** 1.17	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.29 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.626 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 8.413 um	

d(0.1): 1.013 um **d(0.5):** 5.374 um **d(0.9):** 20.316 um



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	3.51	11.482	4.96	120.226	0.00	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	3.81	13.183	5.32	138.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	3.99	15.136	5.40	158.489	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	4.01	17.378	5.10	181.970	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	3.88	19.953	4.40	208.930	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	3.61	22.909	3.30	239.883	0.00	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	3.29	26.303	2.05	275.423	0.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	2.99	30.200	0.76	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.00	3.311	2.74	34.674	0.12	363.078	0.00	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.07	3.802	2.57	39.811	0.00	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.32	4.365	2.50	45.709	0.00	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	0.69	5.012	2.53	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	1.15	5.754	2.68	60.256	0.00	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	1.65	6.607	2.96	69.183	0.00	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	2.17	7.586	3.37	79.433	0.00	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	2.66	8.710	3.88	91.201	0.00	954.993	0.00	10000.000	
0.091	0.00	0.955	3.12	10.000	4.45	104.713	0.00	1096.478	0.00		
0.105		1.096		11.482		120.226		1258.925			

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8053
25.08.2022 11:55:07

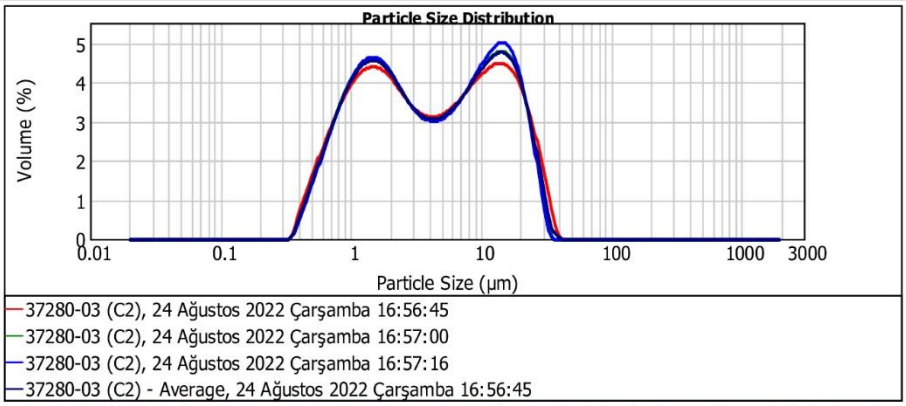
EK 3. C2 örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37280-03 (C2) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 16:56:45	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 16:56:46	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 6.25 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 4.244 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0022 %Vol	**Span :** 4.515	**Uniformity:** 1.41	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.78 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.157 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 7.251 um	

d(0.1): 0.839 um **d(0.5):** 3.959 um **d(0.9):** 18.715 um



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.011	0.00
0.013	0.00
0.015	0.00
0.017	0.00
0.020	0.00
0.023	0.00
0.026	0.00
0.030	0.00
0.035	0.00
0.040	0.00
0.046	0.00
0.052	0.00
0.060	0.00
0.069	0.00
0.079	0.00
0.091	0.00
0.105	0.00

Size (µm)	Volume In %
0.105	0.00
0.120	0.00
0.138	0.00
0.158	0.00
0.182	0.00
0.209	0.00
0.240	0.00
0.275	0.00
0.316	0.01
0.363	0.37
0.417	0.85
0.479	1.36
0.550	1.90
0.631	2.41
0.724	2.90
0.832	3.32
0.955	3.67
1.096	3.93

Size (µm)	Volume In %
1.096	3.93
1.259	4.08
1.445	4.10
1.660	3.99
1.905	3.77
2.188	3.49
2.512	3.21
2.884	2.98
3.311	2.83
3.802	2.76
4.365	2.78
5.012	2.87
5.754	3.02
6.607	3.23
7.586	3.49
8.710	3.76
10.000	4.02
11.482	4.21

Size (µm)	Volume In %
11.482	4.21
13.183	4.30
15.136	4.22
17.378	3.92
19.953	3.37
22.909	2.57
26.303	1.61
30.200	0.58
34.674	0.10
39.811	0.00
45.709	0.00
52.481	0.00
60.256	0.00
69.183	0.00
79.433	0.00
91.201	0.00
104.713	0.00
120.226	0.00

Size (µm)	Volume In %
120.226	0.00
138.038	0.00
158.489	0.00
181.970	0.00
208.930	0.00
239.883	0.00
275.423	0.00
316.228	0.00
363.078	0.00
416.869	0.00
478.630	0.00
549.541	0.00
630.957	0.00
724.436	0.00
831.764	0.00
954.993	0.00
1096.478	0.00
1258.925	0.00

Size (µm)	Volume In %
1258.925	0.00
1445.440	0.00
1659.587	0.00
1905.461	0.00
2187.762	0.00
2511.886	0.00
2884.032	0.00
3311.311	0.00
3801.894	0.00
4365.158	0.00
5011.872	0.00
5754.399	0.00
6606.934	0.00
7585.776	0.00
8709.636	0.00
10000.000	

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8057
25.08.2022 11:54:53

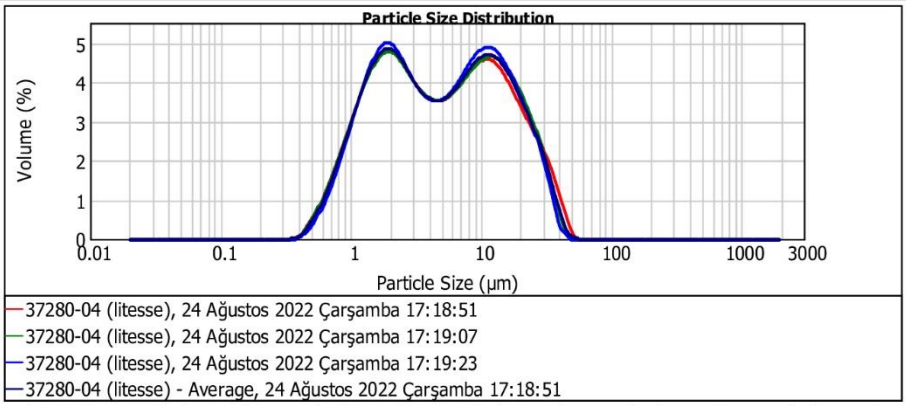
EK 4. LI örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37280-04 (litesse) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 17:18:51	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 17:18:53	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 5.32 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 2.897 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0022 %Vol	**Span :** 4.071	**Uniformity:** 1.27	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.16 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.776 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 8.299 um	

d(0.1): 1.131 um **d(0.5):** 4.839 um **d(0.9):** 20.833 um



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	3.27	11.482	4.23	120.226	0.00	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	3.77	13.183	4.07	138.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	4.15	15.136	3.81	158.489	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	4.38	17.378	3.47	181.970	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	4.39	19.953	3.10	208.930	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	4.21	22.909	2.67	239.883	0.00	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	3.92	26.303	2.19	275.423	0.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	3.62	30.200	1.61	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.00	3.311	3.38	34.674	0.98	363.078	0.00	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.03	3.802	3.23	39.811	0.39	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.18	4.365	3.19	45.709	0.08	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	0.44	5.012	3.26	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	0.79	5.754	3.42	60.256	0.00	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	1.21	6.607	3.65	69.183	0.00	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	1.69	7.586	3.90	79.433	0.00	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	2.21	8.710	4.12	91.201	0.00	954.993	0.00	10000.000	
0.091	0.00	0.955	2.74	10.000	4.25	104.713	0.00	1096.478	0.00		
0.105	0.00	1.096		11.482		120.226	0.00	1258.925	0.00		

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8061
25.08.2022 11:54:38

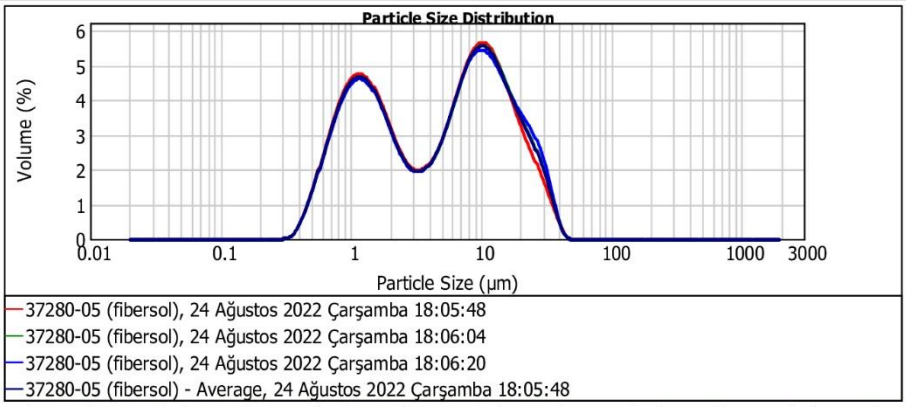
EK 5. FI örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37280-05 (fibersol) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 18:05:48	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 18:05:50	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 6.25 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 3.158 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0023 %Vol	**Span :** 3.540	**Uniformity:** 1.15	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.74 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.190 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 7.999 um	

d(0.1): 0.823 um **d(0.5):** 5.390 um **d(0.9):** 19.904 um



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.011	0.00
0.013	0.00
0.015	0.00
0.017	0.00
0.020	0.00
0.023	0.00
0.026	0.00
0.030	0.00
0.035	0.00
0.040	0.00
0.046	0.00
0.052	0.00
0.060	0.00
0.069	0.00
0.079	0.00
0.091	0.00
0.105	0.00

Size (µm)	Volume In %
0.105	0.00
0.120	0.00
0.138	0.00
0.158	0.00
0.182	0.00
0.209	0.00
0.240	0.00
0.275	0.00
0.316	0.04
0.363	0.28
0.417	0.71
0.479	1.29
0.550	1.98
0.631	2.67
0.724	3.31
0.832	3.81
0.955	4.12
1.096	4.22

Size (µm)	Volume In %
1.096	4.22
1.259	4.10
1.445	3.79
1.660	3.32
1.905	2.79
2.188	2.31
2.512	1.95
2.884	1.77
3.311	1.78
3.802	1.97
4.365	2.35
5.012	2.87
5.754	3.50
6.607	4.13
7.586	4.65
8.710	4.96
10.000	5.00
11.482	4.77

Size (µm)	Volume In %
11.482	4.77
13.183	4.35
15.136	3.87
17.378	3.39
19.953	2.97
22.909	2.55
26.303	2.06
30.200	1.44
34.674	0.75
39.811	0.18
45.709	0.00
52.481	0.00
60.256	0.00
69.183	0.00
79.433	0.00
91.201	0.00
104.713	0.00
120.226	0.00

Size (µm)	Volume In %
120.226	0.00
138.038	0.00
158.489	0.00
181.970	0.00
208.930	0.00
239.883	0.00
275.423	0.00
316.228	0.00
363.078	0.00
416.869	0.00
478.630	0.00
549.541	0.00
630.957	0.00
724.436	0.00
831.764	0.00
954.993	0.00
1096.478	0.00
1258.925	0.00

Size (µm)	Volume In %
1258.925	0.00
1445.440	0.00
1659.587	0.00
1905.461	0.00
2187.762	0.00
2511.886	0.00
2884.032	0.00
3311.311	0.00
3801.894	0.00
4365.158	0.00
5011.872	0.00
5754.399	0.00
6606.934	0.00
7585.776	0.00
8709.636	0.00
10000.000	

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8065
25.08.2022 11:54:21

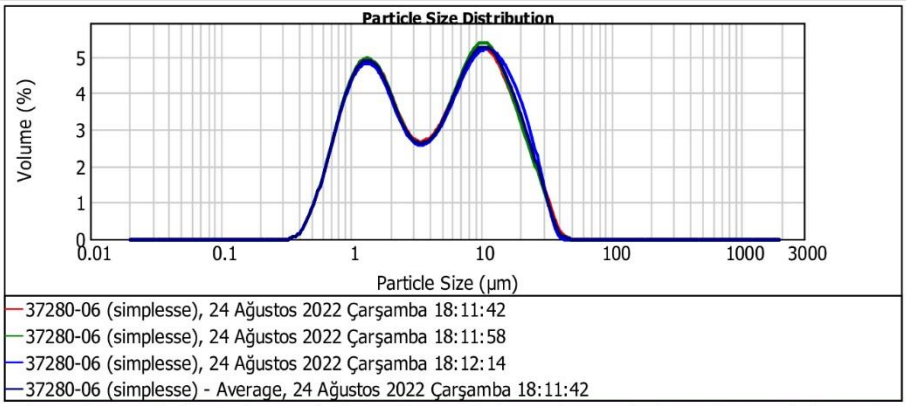
EK 6. SI örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37280-06 (simplesse) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 18:11:42	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 18:11:44	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 6.76 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 2.898 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0025 %Vol	**Span :** 3.707	**Uniformity:** 1.2	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.57 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.336 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 7.449 um	

d(0.1): 0.917 um **d(0.5):** 4.709 um **d(0.9):** 18.372 um



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	4.32	11.482	4.62	120.226	0.00	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	4.42	13.183	4.31	138.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	4.30	15.136	3.89	158.489	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	3.97	17.378	3.40	181.970	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	3.52	19.953	2.86	208.930	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	3.04	22.909	2.26	239.883	0.00	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	2.65	26.303	1.59	275.423	0.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	2.42	30.200	0.92	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.01	3.311	2.37	34.674	0.34	363.078	0.00	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.10	3.802	2.48	39.811	0.06	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.36	4.365	2.73	45.709	0.00	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	0.80	5.012	3.10	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	1.41	5.754	3.55	60.256	0.00	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	2.10	6.607	4.00	69.183	0.00	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	2.82	7.586	4.40	79.433	0.00	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	3.47	8.710	4.67	91.201	0.00	954.993	0.00	10000.000	
0.091	0.00	0.955	3.99	10.000	4.75	104.713	0.00	1096.478	0.00		
0.105	0.00	1.096		11.482		120.226		1258.925	0.00		

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8069
25.08.2022 11:54:03

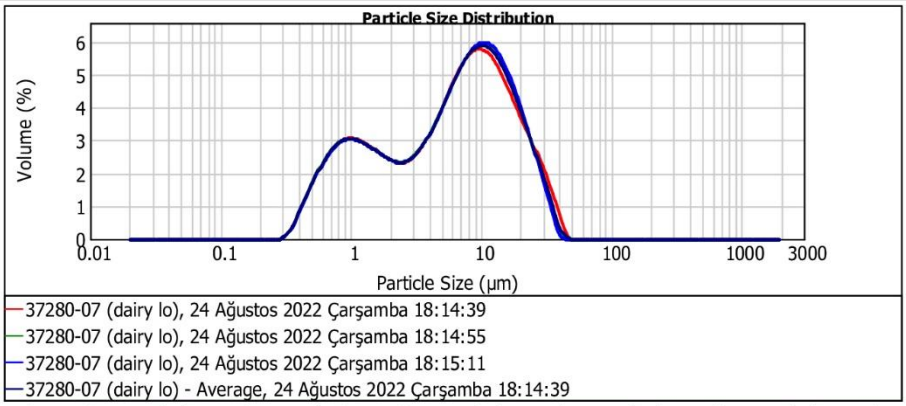
EK7. DL örneği için partikül boyut dağılımı 1. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37280-07 (dairy lo) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 18:14:39	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 24 Ağustos 2022 Çarşamba 18:14:41	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 6.59 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 3.314 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0028 %Vol	**Span :** 3.037	**Uniformity:** 0.959	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.51 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.394 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 8.495 um	

d(0.1): 0.813 um **d(0.5):** 6.308 um **d(0.9):** 19.969 um



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	2.69	11.482	5.12	120.226	0.00	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	2.57	13.183	4.80	138.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	2.42	15.136	4.37	158.489	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	2.28	17.378	3.84	181.970	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	2.15	19.953	3.27	208.930	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	2.09	22.909	2.66	239.883	0.00	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	2.13	26.303	1.99	275.423	0.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.02	2.884	2.28	30.200	1.32	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.21	3.311	2.54	34.674	0.62	363.078	0.00	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.63	3.802	2.91	39.811	0.16	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	1.09	4.365	3.36	45.709	0.00	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	1.56	5.012	3.84	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	1.99	5.754	4.32	60.256	0.00	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	2.34	6.607	4.74	69.183	0.00	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	2.59	7.586	5.07	79.433	0.00	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	2.72	8.710	5.26	91.201	0.00	954.993	0.00	10000.000	
0.091	0.00	0.955	2.75	10.000	5.28	104.713	0.00	1096.478	0.00		
0.105	0.00	1.096		11.482		120.226		1258.925			

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8073
25.08.2022 11:53:37

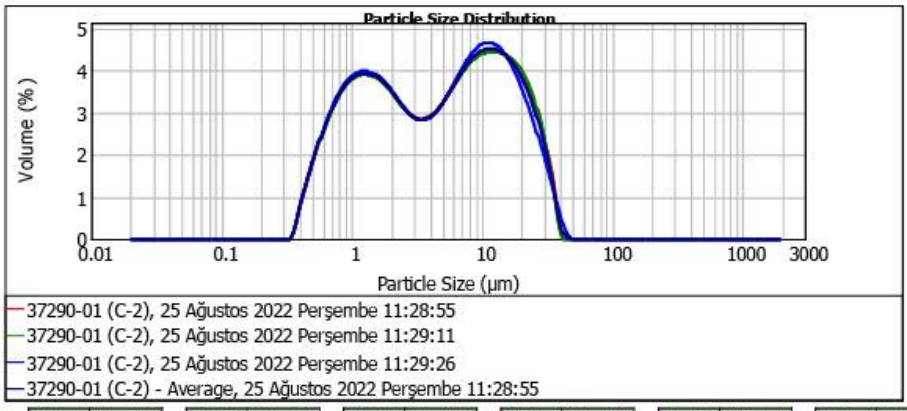
EK 8. CO örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37290-01 (C-2) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:28:55	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:28:56	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 6.47 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 4.544 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0024 %Vol	**Span :** 4.282	**Uniformity:** 1.33	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.83 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.122 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 7.947 um	

d(0.1): 0.779 um **d(0.5):** 4.640 um **d(0.9):** 20.648 um



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	3.55	11.482	4.08	120.226	0.00	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	3.55	13.183	4.01	138.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	3.48	15.136	3.86	158.489	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	3.34	17.378	3.64	181.970	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	3.14	19.953	3.32	208.930	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	2.92	22.909	2.89	239.883	0.00	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	2.72	26.303	2.29	275.423	0.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	2.59	30.200	1.58	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.01	3.311	2.57	34.674	0.69	363.078	0.00	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.57	3.802	2.65	39.811	0.08	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	1.16	4.365	2.83	45.709	0.00	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	1.73	5.012	3.07	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	2.26	5.754	3.35	60.256	0.00	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	2.70	6.607	3.61	69.183	0.00	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	3.06	7.586	3.84	79.433	0.00	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	3.31	8.710	4.00	91.201	0.00	954.993	0.00	10000.000	
0.091	0.00	0.955	3.47	10.000	4.08	104.713	0.00	1096.478	0.00		
0.105	0.00	1.096		11.482		120.226	0.00	1258.925	0.00		

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8078
25.08.2022 11:53:21

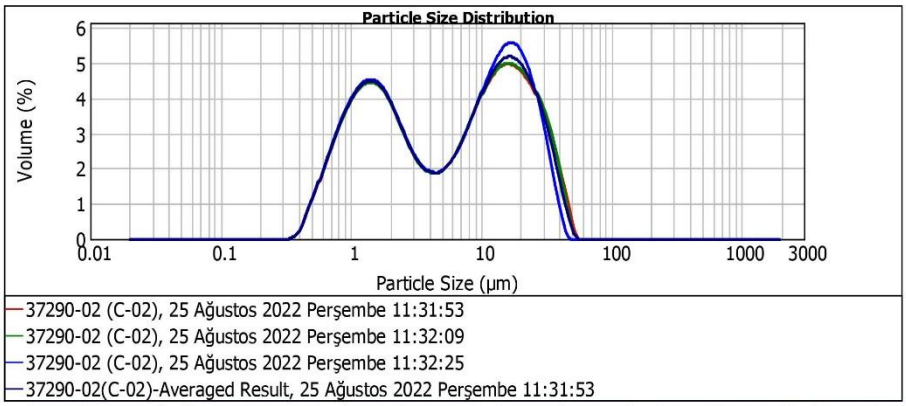
EK 9. C1 örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37290-02(C-02)-Averaged Result	**SOP Name:**	**Measured:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:31:53	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:52:24	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 6.93 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 3.830 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0027 %Vol	**Span :** 4.065	**Uniformity:** 1.33	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.47 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.429 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 10.168 um	

d(0.1): 0.898 um **d(0.5):** 6.168 um **d(0.9):** 25.972 um



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	3.89	11.482	4.30	120.226	0.00	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	4.02	13.183	4.56	138.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	4.00	15.136	4.66	158.489	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	3.80	17.378	4.60	181.970	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	3.45	19.953	4.38	208.930	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	2.99	22.909	4.00	239.883	0.00	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	2.53	26.303	3.47	275.423	0.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	2.13	30.200	2.78	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.01	3.311	1.85	34.674	1.96	363.078	0.00	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.14	3.802	1.70	39.811	1.09	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.54	4.365	1.70	45.709	0.35	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	1.05	5.012	1.84	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	1.61	5.754	2.10	60.256	0.00	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	2.18	6.607	2.48	69.183	0.00	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	2.73	7.586	2.94	79.433	0.00	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	3.21	8.710	3.43	91.201	0.00	954.993	0.00	10000.000	
0.091	0.00	0.955	3.61	10.000	3.91	104.713	0.00	1096.478	0.00		
0.105		1.096		11.482		120.226		1258.925			

Operator notes: *Average of 3 measurements from Mayıs-2018*

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8110
25.08.2022 11:52:58

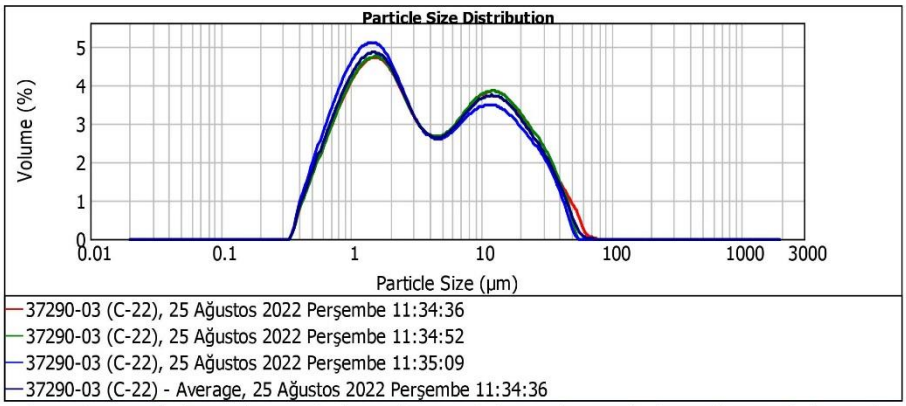
EK 10. C2 örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37290-03 (C-22) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:34:36	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:34:37	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 7.30 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 2.890 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0025 %Vol	**Span :** 6.523	**Uniformity:** 2	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.98 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.013 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 8.234 um	

d(0.1): 0.789 um **d(0.5):** 3.372 um **d(0.9):** 22.781 um



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.011	0.00
0.013	0.00
0.015	0.00
0.017	0.00
0.020	0.00
0.023	0.00
0.026	0.00
0.030	0.00
0.035	0.00
0.040	0.00
0.046	0.00
0.052	0.00
0.060	0.00
0.069	0.00
0.079	0.00
0.091	0.00
0.105	0.00

Size (µm)	Volume In %
0.105	0.00
0.120	0.00
0.138	0.00
0.158	0.00
0.182	0.00
0.209	0.00
0.240	0.00
0.275	0.00
0.316	0.02
0.363	0.59
0.417	1.10
0.479	1.62
0.550	2.15
0.631	2.65
0.724	3.12
0.832	3.54
0.955	3.90
1.096	

Size (µm)	Volume In %
1.096	4.18
1.259	4.34
1.445	4.38
1.660	4.27
1.905	4.01
2.188	3.65
2.512	3.25
2.884	2.88
3.311	2.59
3.802	2.42
4.365	2.38
5.012	2.45
5.754	2.62
6.607	2.83
7.586	3.04
8.710	3.23
10.000	3.34
11.482	

Size (µm)	Volume In %
11.482	3.37
13.183	3.31
15.136	3.17
17.378	2.97
19.953	2.73
22.909	2.46
26.303	2.17
30.200	1.85
34.674	1.49
39.811	1.08
45.709	0.61
52.481	0.19
60.256	0.03
69.183	0.00
79.433	0.00
91.201	0.00
104.713	0.00
120.226	

Size (µm)	Volume In %
120.226	0.00
138.038	0.00
158.489	0.00
181.970	0.00
208.930	0.00
239.883	0.00
275.423	0.00
316.228	0.00
363.078	0.00
416.869	0.00
478.630	0.00
549.541	0.00
630.957	0.00
724.436	0.00
831.764	0.00
954.993	0.00
1096.478	0.00
1258.925	

Size (µm)	Volume In %
1258.925	0.00
1445.440	0.00
1659.587	0.00
1905.461	0.00
2187.762	0.00
2511.886	0.00
2884.032	0.00
3311.311	0.00
3801.894	0.00
4365.158	0.00
5011.872	0.00
5754.399	0.00
6606.934	0.00
7585.776	0.00
8709.636	0.00
10000.000	

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8086
25.08.2022 11:51:41

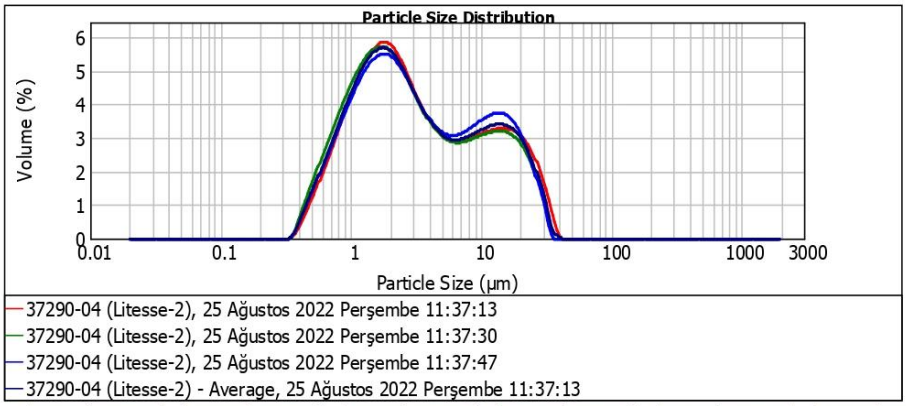
EK 11. LI örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37290-04 (Litesse-2) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:37:13	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:37:15	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 10.59 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 3.461 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0035 %Vol	**Span :** 5.861	**Uniformity:** 1.68	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 3.01 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 1.991 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 6.176 um	

d(0.1): 0.842 um **d(0.5):** 2.808 um **d(0.9):** 17.296 um



Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.011	0.00
0.013	0.00
0.015	0.00
0.017	0.00
0.020	0.00
0.023	0.00
0.026	0.00
0.030	0.00
0.035	0.00
0.040	0.00
0.046	0.00
0.052	0.00
0.060	0.00
0.069	0.00
0.079	0.00
0.091	0.00
0.105	0.00

Size (µm)	Volume In %
0.105	0.00
0.120	0.00
0.138	0.00
0.158	0.00
0.182	0.00
0.209	0.00
0.240	0.00
0.275	0.00
0.316	0.01
0.363	0.32
0.417	0.81
0.479	1.33
0.550	1.87
0.631	2.41
0.724	2.96
0.832	3.49
0.955	3.99
1.096	4.44

Size (µm)	Volume In %
1.096	4.44
1.259	4.82
1.445	5.06
1.660	5.15
1.905	5.04
2.188	4.76
2.512	4.37
2.884	3.93
3.311	3.50
3.802	3.14
4.365	2.88
5.012	2.72
5.754	2.66
6.607	2.68
7.586	2.76
8.710	2.87
10.000	2.98
11.482	3.06

Size (µm)	Volume In %
11.482	3.06
13.183	3.08
15.136	3.03
17.378	2.87
19.953	2.58
22.909	2.12
26.303	1.54
30.200	0.68
34.674	0.11
39.811	0.00
45.709	0.00
52.481	0.00
60.256	0.00
69.183	0.00
79.433	0.00
91.201	0.00
104.713	0.00
120.226	0.00

Size (µm)	Volume In %
120.226	0.00
138.038	0.00
158.489	0.00
181.970	0.00
208.930	0.00
239.883	0.00
275.423	0.00
316.228	0.00
363.078	0.00
416.869	0.00
478.630	0.00
549.541	0.00
630.957	0.00
724.436	0.00
831.764	0.00
954.993	0.00
1096.478	0.00
1258.925	0.00

Size (µm)	Volume In %
1258.925	0.00
1445.440	0.00
1659.587	0.00
1905.461	0.00
2187.762	0.00
2511.886	0.00
2884.032	0.00
3311.311	0.00
3801.894	0.00
4365.158	0.00
5011.872	0.00
5754.399	0.00
6606.934	0.00
7585.776	0.00
8709.636	0.00
10000.000	

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8090
25.08.2022 11:51:27

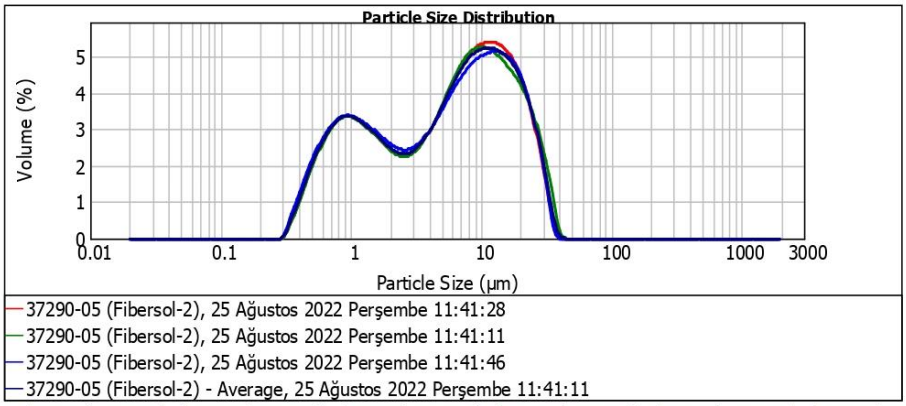
EK 12. FI örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37290-05 (Fibersol-2) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:41:11	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:41:13	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 6.93 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 4.024 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0028 %Vol	**Span :** 3.356	**Uniformity:** 1.05	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 2.77 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 2.168 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 8.351 um	

d(0.1): 0.742 um **d(0.5):** 5.890 um **d(0.9):** 20.509 um



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	2.92	11.482	4.70	120.226	0.00	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	2.76	13.183	4.61	138.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	2.57	15.136	4.45	158.489	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	2.39	17.378	4.18	181.970	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	2.22	19.953	3.77	208.930	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	2.11	22.909	3.14	239.883	0.00	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	2.10	26.303	2.29	275.423	0.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.02	2.884	2.19	30.200	1.26	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.38	3.311	2.40	34.674	0.32	363.078	0.00	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.85	3.802	2.70	39.811	0.01	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	1.37	4.365	3.07	45.709	0.00	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	1.88	5.012	3.47	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	2.33	5.754	3.87	60.256	0.00	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	2.68	6.607	4.20	69.183	0.00	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	2.92	7.586	4.47	79.433	0.00	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	3.02	8.710	4.64	91.201	0.00	954.993	0.00	10000.000	
0.091	0.00	0.955	3.01	10.000	4.72	104.713	0.00	1096.478	0.00		
0.105		1.096		11.482		120.226		1258.925			

Operator notes:

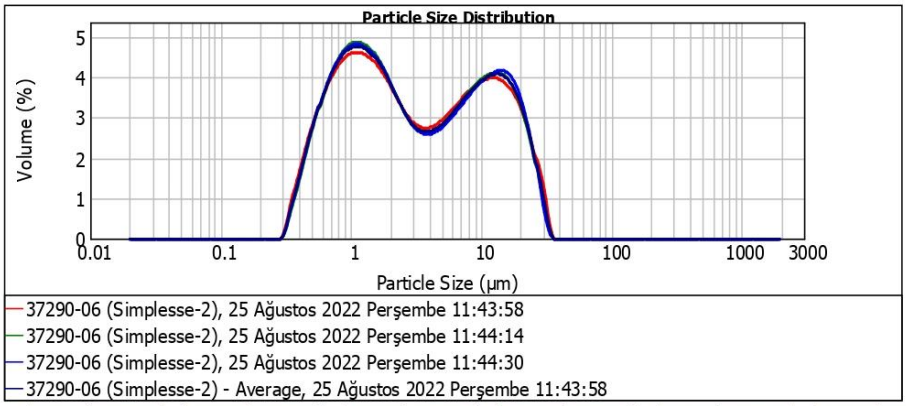
EK 13. SI örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37290-06 (Simplesse-2) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:43:58	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:43:59	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 7.18 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 3.889 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0022 %Vol	**Span :** 5.956	**Uniformity:** 1.8	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 3.61 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 1.661 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 6.261 um	

d(0.1): 0.650 um **d(0.5):** 2.788 um **d(0.9):** 17.253 um



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	4.30	11.482	3.67	120.226	0.00	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	4.21	13.183	3.67	138.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	4.02	15.136	3.54	158.489	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	3.75	17.378	3.26	181.970	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	3.41	19.953	2.80	208.930	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	3.05	22.909	2.12	239.883	0.00	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	2.74	26.303	1.29	275.423	0.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.03	2.884	2.51	30.200	0.35	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.58	3.311	2.40	34.674	0.00	363.078	0.00	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	1.21	3.802	2.40	39.811	0.00	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	1.88	4.365	2.49	45.709	0.00	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	2.51	5.012	2.65	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	3.08	5.754	2.85	60.256	0.00	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	3.55	6.607	3.06	69.183	0.00	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	3.91	7.586	3.26	79.433	0.00	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	4.15	8.710	3.44	91.201	0.00	954.993	0.00	10000.000	
0.091	0.00	0.955	4.28	10.000	3.59	104.713	0.00	1096.478	0.00		
0.105		1.096		11.482		120.226		1258.925			

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8098
25.08.2022 11:50:48

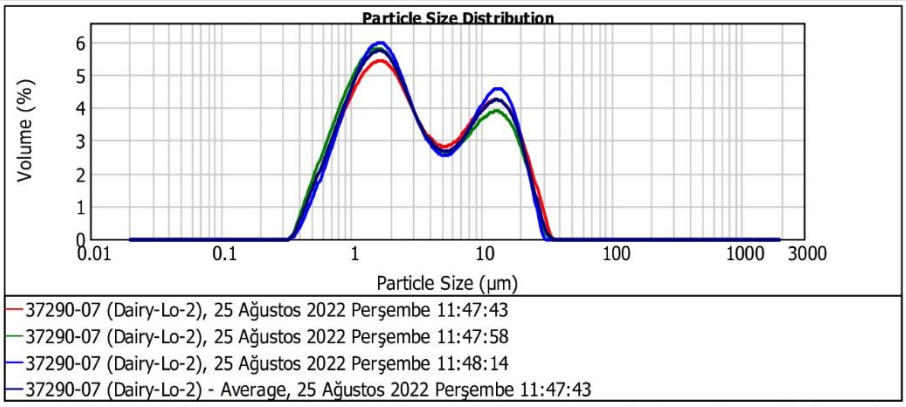
EK 14. DL örneği için partikül boyut dağılımı 2. tekerrür ölçüm raporu

MASTERSIZER 2000

Result Analysis Report

Sample Name: 37290-07 (Dairy-Lo-2) - Average	**SOP Name:**	**Measured:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:47:43	
Sample Source & type:	**Measured by:** PBA	**Analysed:** 25 Ağustos 2022 Perşembe 11:47:44	
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged		
Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000S (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 6.88 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 3.707 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.0022 %Vol	**Span :** 5.591	**Uniformity:** 1.66	**Result units:** Volume
Specific Surface Area: 3.08 m²/g	**Surface Weighted Mean D[3,2]:** 1.951 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 5.950 um	

d(0.1): 0.823 um **d(0.5):** 2.735 um **d(0.9):** 16.113 um



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	4.64	11.482	3.80	120.226	0.00	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	4.98	13.183	3.80	138.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	5.16	15.136	3.58	158.489	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	5.14	17.378	3.13	181.970	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	4.92	19.953	2.46	208.930	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	4.51	22.909	1.64	239.883	0.00	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	4.01	26.303	0.75	275.423	0.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	3.49	30.200	0.10	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.01	3.311	3.03	34.674	0.00	363.078	0.00	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.35	3.802	2.67	39.811	0.00	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.86	4.365	2.46	45.709	0.00	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	1.40	5.012	2.41	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	1.97	5.754	2.50	60.256	0.00	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	2.54	6.607	2.71	69.183	0.00	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	3.12	7.586	3.01	79.433	0.00	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	3.68	8.710	3.34	91.201	0.00	954.993	0.00	10000.000	
0.091	0.00	0.955	4.20	10.000	3.63	104.713	0.00	1096.478	0.00		
0.105		1.096		11.482		120.226		1258.925			

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel := +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL100704

File name: Mayıs-2018
Record Number: 8106
25.08.2022 11:50:00

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Ayşe Nur ERTUĞRUL

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	2020-Halen
Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2014-2017
Önlisans	Gaziantep Üniversitesi Gaziantep Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü	2011-2013