ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜRÜLEBİLİR MUZ KREMASI ÜRETİMİ

Sefa Merve TANDOĞAN YILMAZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2021

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Sefa Merve TANDOĞAN YILMAZ tarafından hazırlanan **"Sürülebilir Muz Kreması Üretimi"** adlı tez çalışması 06/10/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu 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 **:** Dr. Öğr. Üyesi 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 "**Sürülebilir Muz 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 (06/10/2021).

Sefa Merve TANDOĞAN YILMAZ

Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından MF080120B20 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SÜRÜLEBİLİR MUZ KREMASI ÜRETİMİ

Sefa Merve TANDOĞAN YILMAZ

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Oğuz AYDEMİR

Bu tez çalışmasında yeni bir ürün olarak sürülebilir özellikte muz kreması geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla, maltodekstrin, polidekstroz ve inulin olmak üzere üç farklı dolgu maddeleri/hacim artırıcılar ile 6 farklı bileşimde dolgu maddesi içeriği (polidekstroz, maltodekstrin, inulin, maltodekstrin-polidekstroz, maltodekstrin-inülin ve polidekstroz-inülin) kullanımının üretilen muz kremalarının fiziksel, kimyasal, tekstrürel, reolojik, renk ve duyusal özelliklerine etkisi incelenmiştir. Üretilen muz kremalarının hızlandırılmış yağ ayrılması, su aktivitesi, sürülebilirlik ve yapışkanlık, değerleri sırasıyla %12,80-13,14, 0,317-0,338, 60,13-75,22 gs ve -36,92 ile -40,68 gs aralığında bulunmuştur. Kullanılan dolgu maddeleri hızlandırılmış yağ ayrılması ve su aktivitesi üzerine etkili bulunmuştur ($p<0,05$). Dolgu maddesi çeşidi renk parametreleri (L^*, a^* ve b*), duyusal özellikler, tekstürel özellikler ve parçacık boyut dağılımı parametreleri (d(0,1), d(0,5), d(0,9), D[3,2] ve D[4,3]) üzerine etkisiz bulunmuştur ($p>0,05$). Krema örneklerinin görünür viskozite ve konsistens katsayısı değerleri PD-IN örneği hariç birbirine yakın bulunmuştur ($p>0,05$). Kremaların Casson akma gerilimi ve plastik viskozite değerleri arasında ise önemli derecede fark gözlenmiştir ($p<0,05$). PD-IN örneği diğer kremalardan önemli derecede yüksek Casson akma gerilimi ve önemli derecede düşük plastik viskozite değerleri göstermiştir ($p<0,05$). G′ değeri tüm frekans boyunca G″ den daha yüksek bir değişim sergilemiştir. Duyusal değerlendirmede panelistler, tüm muz kreması örneklerini "iyi" olarak değerlendirmişlerdir. Duyusal yönden bir krema numuneleri arasında önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen genel puanlar incelendiğinde MD-IN ve PD-IN numunelerinin biraz daha ön plana çıktığı söylenebilir. Bu krema örneklerinin pazarda yer bulabilme potansiyeli olduğu öngörülmüştür.

2021, 50 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Muz, Krema, Dolgu maddesi, Yeni ürün geliştirme

ABSTRACT

Master of Science Thesis

PRODUCTION OF SPREADABLE BANANA CREAM

Sefa Merve TANDOĞAN YILMAZ

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

Advisor: Assoc. Prof. Oğuz AYDEMİR

In this thesis, it is aimed to develop spreadable banana cream as a new product. For this purpose, the effect of the use of 6 different compositions of bulking agent content (polydextrose, maltodextrin, inulin, maltodextrin-polydextrose, maltodextrin-inulin ve polydextrose-inulin) obtained by using three different bulking agents, namely maltodextrin, polydextrose and inulin, on the physical, chemical, textural, rheological, color and sensory properties of the banana creams produced was investigated. Accelerated oil separation, water activity, spreadability and stickiness values of the produced banana creams were found to be 12.80-13.14%, 0.317-0.338, 60.13-75.22 gs and -36.92 and -40.68 gs, respectively. The bulking agents used were found to be effective on accelerated oil separation and water activity ($p<0.05$). The bulking agent type was found to be ineffective on color parameters *(L*,* a* and b* *)*, sensory properties, textural properties and particle size distribution parameters (d(0.1), d(0.5), d(0.9) , D[3,2] and D[4,3]) ($p>0.05$). The apparent viscosity and consistency coefficient values of the cream samples were found to be close to each other except for the PD-IN sample ($p>0.05$). A significant difference was observed between the Casson yield stress and plastic viscosity values of the creams ($p<0.05$). The PD-IN sample showed significantly higher Casson yield stress and significantly lower plastic viscosity values than other creams ($p<0.05$). The G′ value exhibited higher values than G″ throughout the entire frequency. In sensory evaluation, panelists rated all banana cream samples as "good". Although there is no significant sensory difference between cream samples, it can be said that MD-IN and PD-IN samples come to the fore when the overall scores are examined. It is foreseen that these cream samples have the potential to find a place in the market.

2021, 50 pages

Keywords: Banana, Banana cream, Bulking agent, New product development

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"Sürülebilir Muz Kreması Üretimi" adlı bu çalışma 2019-2021 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne "Yüksek Lisans Tezi" olarak sunulmuştur. Bu tezin amacı sürülebilir muz kreması üretebilmek için en uygun formülasyonu belirlemektir. Üretimi yapılan muz kremalarında fiziksel, tekstürel, reolojik ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda her bir meyve kreması tipi için en uygun bileşime karar verilmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, tez çalışmamın belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesi aşamalarında büyük titizlikle benimle ilgilenen ve destek olan çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Oğuz AYDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım. Jüri üyelerime ayırdıkları zaman ve katkıları için teşekkür ederim.

Reolojik analizlerin yapılması sırasında göstermiş olduğu yardımlar için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Araş. Gör. Ayşegül BEŞİR'e şükranlarımı sunarım.

Çalışmanın yürütülmesinde bilgi birikimleriyle bana destek olan Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitisü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Yetişmemde emeği olan bütün saygıdeğer hocalarıma, tez yazım aşamasında desteğini esirgemeyen Gökhan GÖKÇEK'e, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim aileme, hayatımın her anında olduğu gibi, bu zorlu çalışma süresince büyük bir özveri ile benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli eşim Fatih YILMAZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Sefa Merve TANDOĞAN YILMAZ
Çankırı, Ekim 2021

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 1
2. LİTERATÜR ÖZETİ 3
2.1 Muz Hakkında Genel Bilgi 3
2.2 Muzun Besin Değeri 4
2.3 Muzun Sağlık Açısından Faydaları 5
2.4 Muz Bitkisinin İklim İstekleri 5
2.4.1 Sıcaklık 6
2.4.2 Bağıl nem 6
2.4.3 Işık 7
2.4.4 Muzda Olgunlaşma ve Depolama 7
2.5 Dünya Muz Üretimi ve Dış Ticareti 8
2.6 Türkiye Muz Üretimi ve Dış Ticareti 10
2.7 Gıda Endüstrisinde Kullanılan Dolgu Maddeleri 12
2.7.1 Maltodekstrin 12
2.7.2 Polidekstroz 13
2.7.3 İnülin 13
2.8 Fındık ve Yer Fıstığı Dışında Farklı Orijinli Yenilikçi Sürülebilir Ürünler 14
3. MATERYAL VE METOT 22
3.1 Materyal 22
3.2 Metot 22
3.2.1 Muz kreması üretimi 23
3.2.2 Hızlandırılmış yağ ayrılması 25
3.2.3 Su aktivitesi ölçümü 25

3.2.4 Tekstür analizi **25**
3.2.5 Renk ölçümü **26**
3.2.6 Duyusal analiz **26**
3.2.7 Partikül boyut dağılımı **26**
3.2.8 Reolojik analizler **26**
3.2.9 İstatistik analiz **27**
4. BULGULAR VE TARTIŞMA **28**
4.1 Hızlandırılmış Yağ Ayrılması **28**
4.2 Su Aktivitesi **29**
4.3 Tekstürel Özellikler **30**
4.4 Renk Özellikleri **32**
4.5 Duyusal Özellikler **33**
4.6 Muz Kremalarının Reolojik Özellikleri **34**
4.7 Parçacık Boyut Dağılımı **39**
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **42**
KAYNAKLAR **45**
ÖZGEÇMİŞ **50**

SİMGELER DİZİNİ

a^*	Kırmızılık-yeşilik
b^*	Sarılık-mavilik
°C	Derece santigrat
Ca	Kalsiyum
G′	Depolama modülü
G″	Kayıp modülü
g	Gram
g	Kütlenin hızlanması
Hz	Hertz
k	Konsistens katsayısı
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
kob	Koloni oluşturan birim
L^*	Açıklık
mm	Milimetre
N	Newton
n	Akış davranış indeksi
ηapp	Görünür viskozite
ηp	Plastik viskozite
Pa	Paskal
p	İstatistiksel anlamlılık
pH	Hidrojen konsantrasyonun kologaritması
R^2	Determinasyon katsayısı
rpm	Dakikada devir sayısı
s	Saniye
Se	Selenyum
τ	Kayma gerilimi
τy	Casson akma gerilimi
$\dot{\gamma}$	Kayma hızı

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CP	Kakao tozu
CS	Sürülebilir çikolata
DP	Polimerizasyon derecesi
DSİFC	Hurma tohumu çözünmeyen lif konsantresi
DSSFC	Hurma tohumu çözünen lif konsantresi
HPMC	Hidroksipropil metilselüloz
HYA	Hızlandırılmış yağ ayrılması
İN	İnülin
MD	Maltodekstrin
OH	Hidroksil
PBD	Parçacık boyut dağılımı
PD	Polidekstroz
PRPOL	Bitkisel besin elementleri tutundurulmuş palm olein
TSS	Toplam çözünür katılar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Olgunlaşma evreleri 7
Şekil 3.1 Muz kreması üretim diyagramı 23
Şekil 3.2 Çalışmada kullanılan melanjer 24
Şekil 3.3 Melanjer içi üretim görüntüsü 24
Şekil 3.4 Üretimi gerçekleştirilen muz kremalarının görüntüsü 25
Şekil 4.1 Muz kremalarının HYA değerleri 29
Şekil 4.2 Muz kremalarının su aktivitesi 30
Şekil 4.3 Muz kremalarının tekstürel özellikleri 31
Şekil 4.4 Muz kremalarına ait görüntüler 34
Şekil 4.5 Muz kreması örneklerinin viskozite eğrileri 36
Şekil 4.6 Muz kreması örneklerinin depolama modülü (G′) 38
Şekil 4.7 Muz kreması örneklerinin kayıp modülü (G″) 38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Soyulmuş 100 gram muzun besin değeri (Karaşahin 2013) 4
Çizelge 2.2 Muz Bitkisi İçin En Uygun Hava Sıcaklıkları (Robinson 1999) 6
Çizelge 2.3 Yıllara göre dünya muz üretimi (tarimorman.gov.tr) 8
Çizelge 2.4 Muz üretiminde önemli ülkeler (tarimorman.gov.tr) 9
Çizelge 2.5 Ülkelere göre dünya muz ihracatı (tarimorman.gov.tr) 9
Çizelge 2.6 Ülkelere göre dünya muz ithalatı (tarimorman.gov.tr) 10
Çizelge 2.7 Türkiye muz üretim alanları (tarimorman.gov.tr) 10
Çizelge 2.8 Türkiye'nin muz ihracatı yaptığı ülkeler (tarimorman.gov.tr) 11
Çizelge 2.9 Türkiye'nin muz ithalatı yaptığı ülkeler (tarimorman.gov.tr) 11
Çizelge 3.1 Deneme planı 22
Çizelge 3.2 Muz kremalarının bileşimi 23
Çizelge 3.3 Çalışmaya ait krema örneklerinin bileşimleri (%) 24
Çizelge 4.1 Muz kremalarının hızlandırılmış yağ ayrılması 28
Çizelge 4.2 Muz kremalarının su aktivitesi değerleri 30
Çizelge 4.3 Muz kremalarının tesktürel özellikleri 31
Çizelge 4.4 Muz kremalarının renk özellikleri 32
Çizelge 4.5 Muz kremalarının duyusal puanları 33
Çizelge 4.6 Görünür viskozite ile Herschel Bulkley ve Casson model parametreleri 35
Çizelge 4.7 Muz kremalarının parçacık boyut dağılımı 41

1. GİRİŞ

Muz, Musaceae familyasına ait tropik iklim koşullarında yetişmekte olan bir meyve türüdür. Muzun şekil ve boyutları farklı olabilir. Yaklaşık olarak 1000 çeşidi olduğu kabul edilen muz; sofralık ve plantain (pişirilerek yenen) olmak üzere iki farklı şekilde tüketilmektedir.

Muz, büyük küçük her yaştan insanın beslenmesi esnasında tüketilmesi tavsiye edilen bir meyve türüdür. Yüksek besin değerlerine sahip bir meyve olarak oldukça besleyici ve faydalı olan muz; A, B1, B2, C ve E vitaminlerini içermektedir. Ayrıca yüksek miktarda potasyum ve magnezyum ile demir barındırmakla beraber kalsiyum, fosfor, sodyum ve iyot açısından zengin olup ciddi ihtiyaçlara cevap vermektedir.

Muz; tropikal iklim kuşağında yetişmekte olan en fazla Asya kıtası, Amerika ve Afrika kıtalarında üretilmektedir. Dünya muz üretiminde Hindistan ilk sırada olurken, ihracatında Ekvator; ihtiyaca cevap vermek adına ithalatında ise Amerika Birleşik Devletleri ilk sırayı almaktadır. Türkiye'de ise muz başta Anamur ve Alanya olmak üzere, Bozyazı ve Gazipaşa ilçelerinde yetiştirilmektedir.

Muz meyvesinin dünyada en fazla yetiştirilen ve tüketilen meyvelerden biri olması kullanım alanlarını da oldukça genişletmiştir. Muz meyvesi genellikle taze olarak tüketilir. Meyve salatalarında, pastalarda, pudinglerde, keklerde, meyveli ve sütlü içeceklerde kullanılır. Ayrıca ilaç, kompost, parfümeri, halat imalatı, giysi, fermente edilebilir şeker, tütsüleme materyali gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

İnsanlar tarafından zevkle tüketilen sevilen bir meyve olmanın yanı sıra sağlık açısından faydaları sebebiyle tatlı ve şekerlemelerin sayılamayacak kadar çok türünde kullanım alanı bulmaktadır. Piyasada yeni muz esaslı ürünlerin bulunması hem tüketicilere alternatif gıdaların sunulması, yeni damak zevklerinin tanıtılması hem de muz tüketimini ve üretimini teşvik edici bir unsur oluşturması açısından önemlidir.

Yapılan araştırmada muz esaslı sürülebilir ürünlerin ülkemizde bulunmadığı, yurt dışında ise emülsiyon esaslı bazı sürülebilir muz ürünlerinin bulunduğu gözlenmiştir. Ancak hiç su içermeyen yağ fazında dağılım gösteren sürülebilir bir muz ürününe rastlanmamıştır.

Bu bilgilerden hareketle ifade etmek gerekir ki bu tezin amacı, fındık kreması üretiminde kullanılan üretim yöntemini, muz kreması üretimine uyarlamaktır. Burada farklı olarak kakao ve fındık kullanılmayacaktır. Fındık yerine meyve, kakao yerine ise dolgu amaçlı maltodekstrin, polidekstroz ve inülin kullanımı denenecektir. Diğer bileşenler ise fındık kremalarında kullanılan oranları ile değerlendirilecektir. Bu amaçla liyofilize muz ve farklı dolgu maddeleri kullanımı yoluyla sürülebilir bir muz kreması geliştirmek hedeflenmiştir. Yani bu tezin amacı sürülebilir bir muz kreması üretimi yapmak ve üretilen kremalarda fiziksel, tekstürel, reolojik ve duyusal analizler gerçekleştirilerek muz kreması için en uygun bileşime karar vermektir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Muz Hakkında Genel Bilgi

Muz bitkisi Musaceae (muzgiller) familyasındandır ve Ensete ve Musa olmak üzere iki farklı türe tasnif edilmiştir. Bunlardan Ensete cinsi meyve olarak yenmemekte, sebze olarak ve lif bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Meyveleri yenen muz türleri ise Musa cinsine dahildirler (Akova 1997). Muz kelimesinin Türkçe'ye Arapça'dan geçtiği bilinmektedir. Muz ismini Roma'nın ilk imparatoru Oktavius Ougustus'un (M.Ö. 63-64) fizik öğretmeni Antonio, Musa'ya karşı duyduğu ilgiden dolayı Musa olarak aldığı ifade edilmektedir (Kozak 2003).

İnsanlık tarihinde muzun keşfine dair çeşitli rivayetler olmakla beraber ilk defa balıkçıların ağ yapmak için muz yapraklarından yararlandıkları ve bu şekilde tarımda muz üretimine başladıkları düşünülmektedir. Muzla ilgili ilk eser Hindistan'da M.Ö. 600-500 yılları arasında tespit edilmiştir. Türkiye ise muz bitkisiyle ilk olarak 1750 yıllarında Mısırlı zengin bir ailenin süs bitkisi olarak Mısır'dan Alanya'ya getirmesiyle tanışmıştır. O yıllarda daha çok süs bitkisi olarak yetiştirilen muzun meyve verdiğinin görülmesi üzerine, 1930'lu yıllardan sonra meyvesi için ticari amaçla yetiştirilmeye başlanmıştır. Günümüzde Türkiye'nin en fazla muz üretimi yapılan Anamur ilçesi ise muz ile 1935 yılında tanışmıştır (Kozak 2003).

Muzun birçok türü bulunmaktadır. Hem pişirilerek hem de taze meyve olarak tüketilebilir ya da ticaret amacıyla süs bitkisi olarak kullanılabilir (Uysal 2010). Dünyada üretimi yapılan muzun %4 'ini "Cavendish", %21'ini "Plantain" ve %14'ünü "Gros Michel" türleri ve geriye kalan %24'ünü ise pişirilerek yenen muz türü oluşturmaktadır. Ülkemizde muz türlerinden en çok Dwarf Cavendish tercih edilirken, özellikte son yıllarda seraların kurulması ve oldukça elverişli olması nedeniyle, uluslararası ihracatta büyük önem arz eden, verim ve kalite açısından Grande Naine çeşidi kullanılmaya başlanmıştır (Gübbük *et al*. 2018).

2.2 Muzun Besin Değeri

Muz özellikle içerdiği besin değerleri sebebiyle insan vücudu için çok faydalı bir meyvedir. İçerisinde insan sağlığını destekleyen birçok besin bulunmaktadır. Muzun hem pulp hem de kabuk kısımlarında A, B, C ve E vitaminleri ile karotenoidler, fenolik bileşikler ve biyojen aminler gibi biyoaktif bileşikler bulunmaktadır. Bu bileşikler antioksidan özelliğe sahip olup oksidatif stresin yol açtığı olumsuzlukları giderebilmektedir (Sarıdaş vd. 2017). Çizelge 2.1'de yenilebilir 100 g muzun besinsel içeriği gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Soyulmuş 100 gram muzun besin değeri (Karaşahin 2013)

BİLEŞEN	MİKTAR
Karbonhidrat	23,43 g
Protein	1,03 g
Yağ	0,315 g
Sodyum	1 mg
Potasyum	396 mg
Demir	0,31 mg
Kalsiyum	6 mg
B1 vitamini (tiamin)	0.045 mg
B2 vitamini (riboflavin)	0,1 mg
B3 vitamini (niacin)	0,540 mg
A vitamini	81 IU
C vitamini	9,1 mg

Muzun kullanım alanı oldukça geniştir. Muz özellikle taze tüketilmekle birlikte, dondurularak ve dilimlenerek, ilaç endüstrisinde, pasta endüstrisinde, özellikle Afrika ve Hindistan'da meyvesi yeşilken pişirilerek yenilmekte, alkol yapımında kullanılmaktadır. Muz bitkisinden elde edilen lifler şapka, hasır ve hediyelik eşya yapımında, Avrupa'da ise gemi halatı ve oto döşemeleri yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca, ticaret amaçlı süs bitkisi olarak da kullanılmaktadır (Kozak 2003).

2.3 Muzun Sağlık Açısından Faydaları

Muz, genel sağlık açısından oldukça faydalı olup içerisinde mikro besinleri (vitamin ve mineral) ve makro besin anlamında karbonhidrat besinlerinin yoğun bir şekilde içermesi nedeniyle tercih edilmektedir. Sağlığa sunduğu katkılar nedeniyetle de sıklıkla tüketilmesi tavsiye edilmektedir.

Muz ayrıca ruhsal sağlığı da takviye etmektedir. İçerdiği aminoasit sayesinde kişide, depresyonu önleyici bir özelliğe sahiptir. Muz, aynı zamanda mideyi rahatlatıcı bir özelliğe de sahiptir. Bununla beraber muz safran maddesi içerdiği için bağırsaklar için büyük yararlar sağlamaktadır ve sindirimi kolaylaştırmaktadır. Gerçekten de muzun sağlık açısından faydaları saymakla bitirilemez. Bilindiği üzere beyin, glikoza ve potasyuma büyük ölçüde ihtiyaç duyar ve muz, bu ihtiyacı karşılayan en etkili doğal yöntemlerden birisidir. Muz, demir içermesi sebebiyle kan akışını düzenler, yani kansızlığı giderici bir özelliği de vardır. B vitamini, stresi önleyici ve azaltıcı bir özelliğe sahiptir ve muz B vitamini taşıdığı için günlük tüketilen muz sayesinde kişinin stresi azalır ve gününe daha zinde devam eder. Tüm bunların yanı sıra içeriğinde barındırdığı potasyum sebebiyle yüksek tansiyon, kalp krizi ve felç gibi hastalıklara karşı koruyucu bir kalkan gibidir. Bu sebepten yüksek tansiyonu olanların, tansiyonu dengelenmesi için muz tüketmeleri önerilmektedir.

2.4 Muz Bitkisinin İklim İstekleri

Tropik bölgelerde yetişen muzun; 30° Kuzey ve 30° Güney enlemleri arasında tarımsal üretimi kolaylıkla yapılabilir. Bunun dışında kalan bölgelerde gereksinim duyduğu sıcaklık bulunmamaktadır. Akdeniz bölgesinde 36-37° enlem derecelerinde olup Toros Dağları tarafından korunmuş ve dağların eteklerinde yer alan alanlarda da muz yetişmektedir (Öztürk 2003).

2.4.1 Sıcaklık

Muz bitkisi için ideal sıcaklık derecesi 15-35 °C arası olup yetişmek için yıl içerisinde aylık ortalama 26-27 °C sıcaklık değerlerini istemektedir. Sıcaklıklar 15-16 °C'nin altına düştüğünde muzun gelişmesi gerilemekte, 2-3 °C sıcaklıklar ise muz için zarara dönüşmektedir. Eğer muz düşük sıcaklık derecelerinden zarar görürse yetişmesi de yetersiz olacaktır. Özellikle yetiştiği yerlerde sıcaklık değerleri -1,5 ile -2 °C dereceye düşmesi şiddetli zarara yol açmaktadır. Muz için en uygun sıcaklık değerleri Çizelge 2.2' de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Muz Bitkisi İçin En Uygun Hava Sıcaklıkları (Robinson 1999)

Fizyolojik devre	**Uygun hava sıcaklığı (°C)**
Büyüme başlar	14
Çiçeklenme başlar	22
Fotosentez için en uygun sıcaklıktır	27
Bitki sıcaklık stresine girmeye başlar	34
Gelişme durur	38
Yapraklar yanmaya başlar	40
Kuruma olur	47

2.4.2 Bağıl nem

Muz bitkisi yüksek sıcaklılla beraber aynı zaman da yüksek neme de ihtiyaç duyar. Nispi nem %60'tan aşağı inmemelidir. Ortalama olarak %70-80 bağıl nem idealdir (Kozak 2003). Bağıl nemin çok düşük olması durumunda güneş ışınımının yüksek olduğu zamanlarda buharlaşma kayıpları artar bu da bitkilerin solmasına neden olur. Bağıl nemin yüksek olması durumunda ise bitki yaprakları ve bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı duyarlılığı artarken ürün kalitesi azalır (Öztürk ve Başçetinçelik 2002).

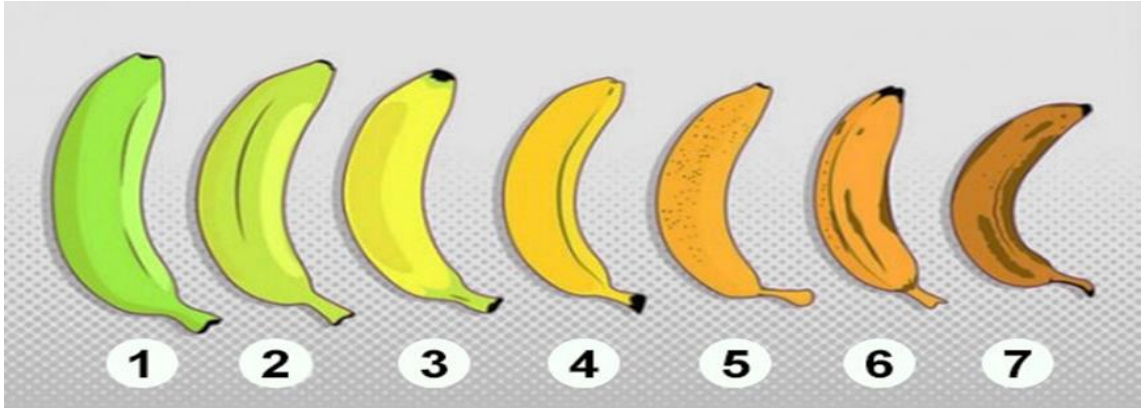
2.4.3 Işık

Bitkilerin büyümesinde ve gelişmesinde etkili olan önemli faktörlerden birisi de şüphe yok ki aldıkları ışıktır. Işık, muz bitkisinde fotosentezde, fide çıkmasında, çiçeklenmesinde ve vejetatif gelişmenin gerçekleşmesinde büyük bir etki gücüne sahiptir. Işık yoğunluğunun istenilenden az olması durumunda muz bitkisinde boyda uzama, gövdede incelme, fotosentezin azalması ile yapraklarda küçülme ve sararma meydana gelir.

2.4.4 Muzda Olgunlaşma ve Depolama

Muzu sağlıklı ve iyi yetiştirebilmek için her türlü gereksinim karşılanmalı, uygun iklim ve depolama koşulları da sağlanmalıdır.

Hasat edilmesi gereken muzların tam olgunlaşması beklenmeden hasat edilmelidir. Hasat edilen muz koyu yeşil renkte olacaktır. Muz meyvelerine olgunlaştırma işlemi hasat edildikten sonra yapılır. Olgunlaşan muz hasat edildiğinde kabuğunda çatlamalar meydana gelir ve meyveleri zarar görür. Olgunlaşma aşamasında yeşil renk sarıya dönmekte, meyve eti yumuşamakta ve yeme olgunluğuna bu aşamalardan sonra ulaşılmaktadır. Olgunlaşma evreleri Şekil 2.1'de görüldüğü gibi 7 aşamadan oluşmaktadır (Karaşahin 2013).



Şekil 2.1 Olgunlaşma evreleri (Karaşahin 2013)

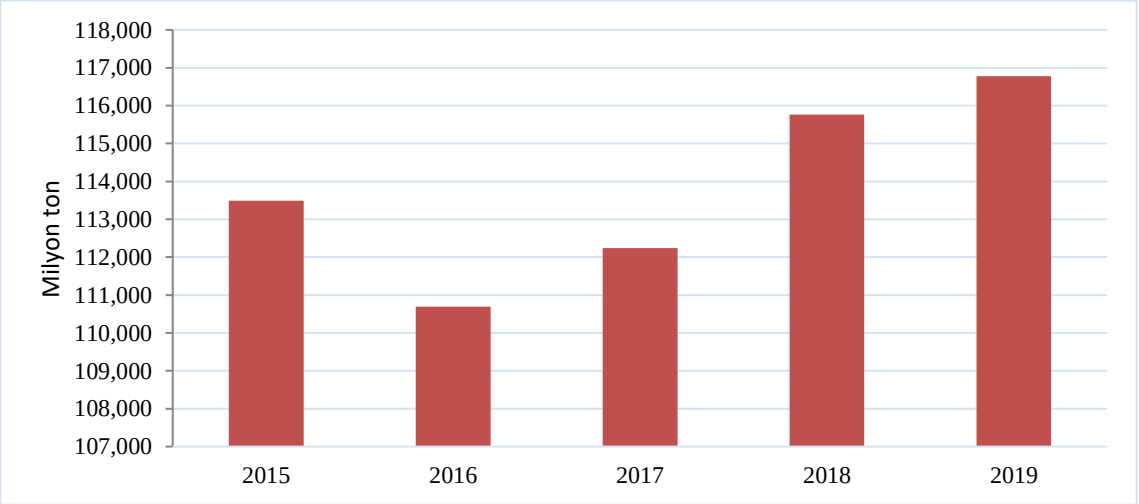
1. Aşama yeşil dönem,
2. Aşama açık yeşil dönem (nişasta şekere dönüşmeye başlar),
3. Aşama yarı yeşil dönem (taşımaya uygun),
4. Aşama ¾'ü sarı dönem (3-5 ºC saklama ortamında saklanabilir),
5. Aşama sarı ama uçları yeşil dönem (manava gönderme zamanı),
6. Aşama tam sarı dönem (müşteriye sunma için en uygun renk),
7. Aşama kahverengi noktalı sarı renk, en fazla tat olan dönem.

Optimum depolama sıcaklığı 14 °C, depolama ömrü ise 7 ile 28 gün arasında değişmektedir (Chia and Huggins 2003). Bu nedenle hasat sonrası muz kaybını azaltmak için verimli ve düşük maliyetli teknolojiye ihtiyaç duyulur (Hermann 1997).

2.5 Dünya Muz Üretimi ve Dış Ticareti

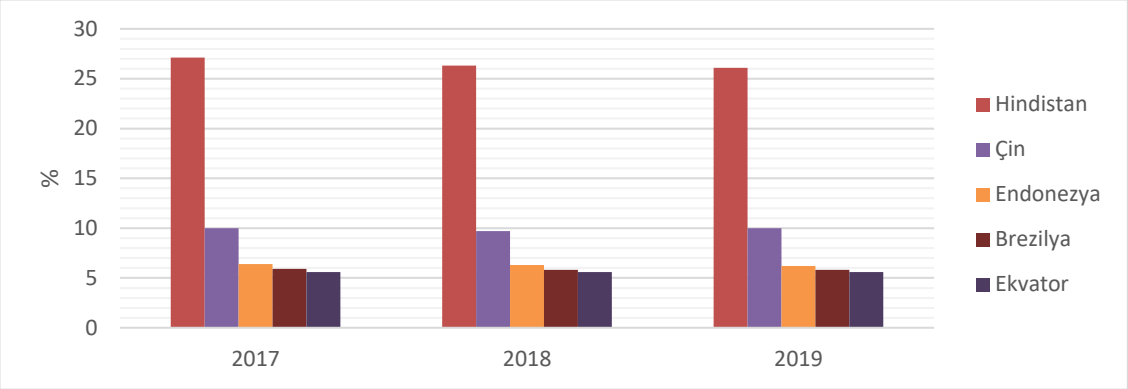
Muz uluslararası alanda ticareti yapılan bir üründür. Dünya muz üretiminin sadece %15-20'lik kısmı küresel ticarete sunulmakta ve bunun büyük bir kısmı Cavendish türü muzdan oluşmaktadır (BASIC 2015). Son yıllarda, dünya muz üretiminde artışlar olduğu görülmektedir. 2015 yılında 113,491 milyon ton olan muz üretimi, 2019 yılında 116,782 milyon tona ulaşmıştır bu değişim Çizelge 2.3' de verilmiştir.

Çizelge 2.3 Yıllara göre dünya muz üretimi (tarimorman.gov.tr)



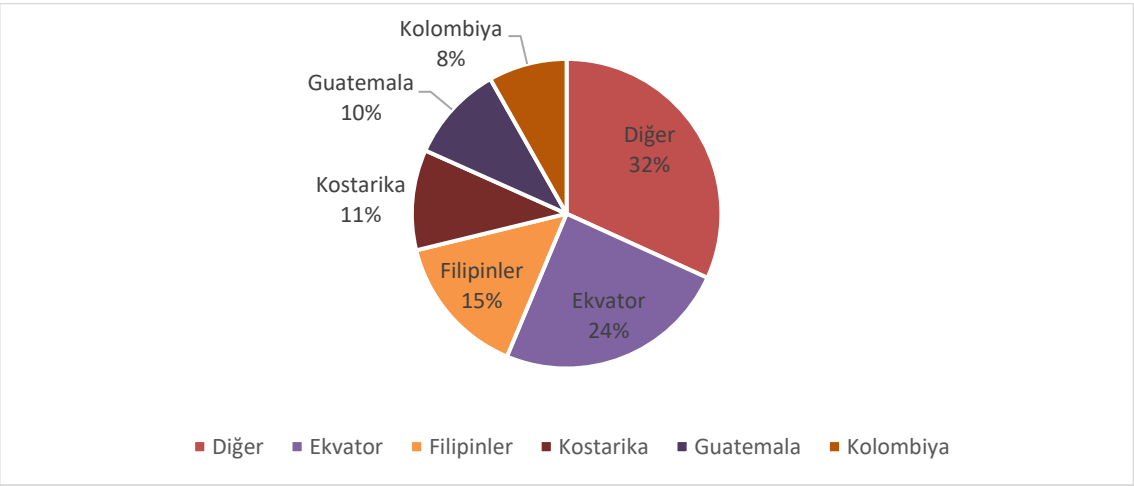
Muz üretim alanı olarak Dünya genelinde en yüksek sahaya sahip ülke Hindistan'dır. Hindistan'ı daha sonrasında Brezilya, Çin, Tanzanya ve Ruanda takip etmektedir. Dünyada muz üretimi incelendiğinde 30.000 ton ile yine Hindistan birinci sırada gelirken 12.000 ton ile Çin ikinci sırada, 7.000 ton üretim ile Endonezya üçüncü sırada yer almaktadır. Dünya muz üretiminde önemli olan ülkeler Çizelge 2.4' de verilmiştir.

Çizelge 2.4 Muz üretiminde önemli ülkeler (tarimorman.gov.tr)



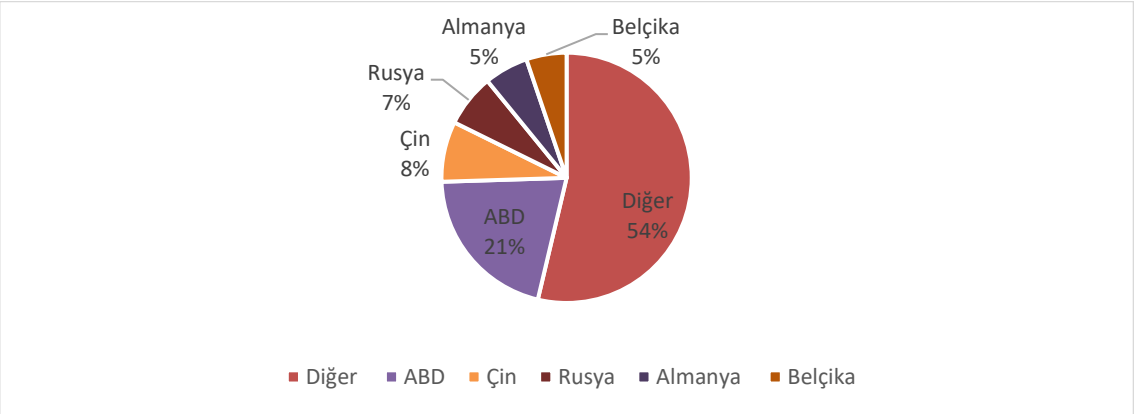
Dünya genelinde muz ticareti yönünden, 2020 yılı muz ihracatında dünya birincisi, muz üretiminde ise dünya beşincisi olan Ekvator dikkati çekmektedir. Dünya muz ihracatında Ekvator ile birlikte Filipinler, Kostarika, Guatemala ve Kolombiya ise önemli olan diğer ülkelerdir. Ülkelere göre muz ihracatları Çizelge 2.5'te verilmiştir.

Çizelge 2.5 Ülkelere göre dünya muz ihracatı (tarimorman.gov.tr)



Dünyadaki muz ithalatı incelendiğinde ABD 5.000 ton ile ilk sırada gelen ülkedir. ABD'yi sırasıyla Çin, Rusya, Almanya ve Belçika takip etmektedir. Türkiye ise ithalatçı ülke durumunda olup 2020 yılı itibariyle dünya muz ithalatındaki payı %0,71'dir. Ülkelere göre muz ithalatları Çizelge 2.6 'da verilmiştir.

Çizelge 2.6 Ülkelere göre dünya muz ithalatı (tarimorman.gov.tr)



2.6 Türkiye Muz Üretimi ve Dış Ticareti

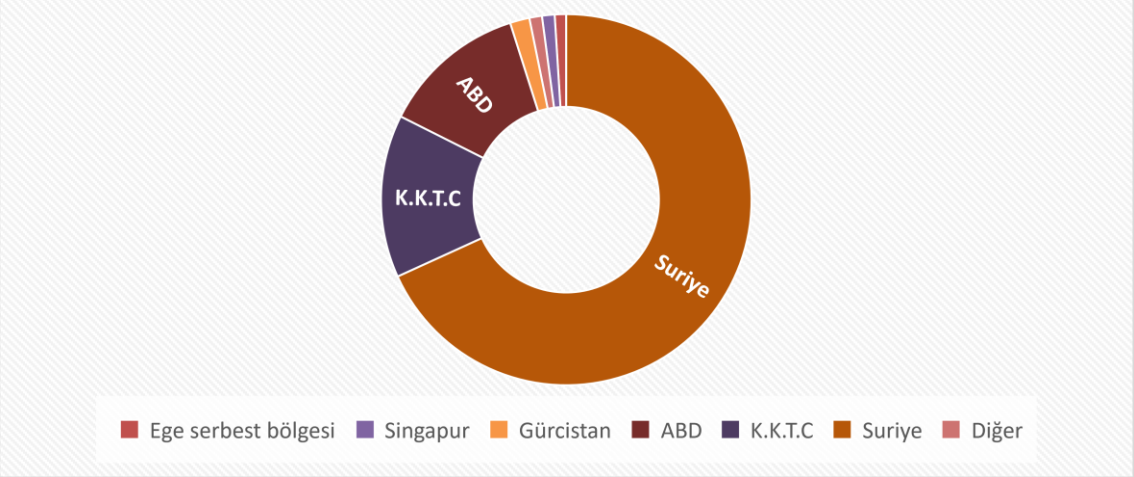
Türkiye'de ki muz üretiminin serüveni farklı bir girişim sonucunda başlamış ve sonuçlanmıştır. İlk olarak 1800'lü yıllarda Mısır'dan Alanya'ya süs bitkisi olarak getirilmiş ve meyve vermesinin görülmesi üzerine 1930'lu yıllardan itibaren muzun ticari yetiştiriciliğine başlanmıştır. Buradan Anamur'a getirilerek üretimi yapılmaya başlanmıştır. Muz önceleri açıkta üretilmiş, ancak düşük sıcaklıklar nedeniyle üst üste gelen soğuklar zarara neden olmuştur. Muz yetiştiricileri özellikle Anamur ve Bozyazı'da plastik ve cam seralarda üretmeye yönelmiştir (Kozak 2003).

Çizelge 2.7 Türkiye muz üretim alanları

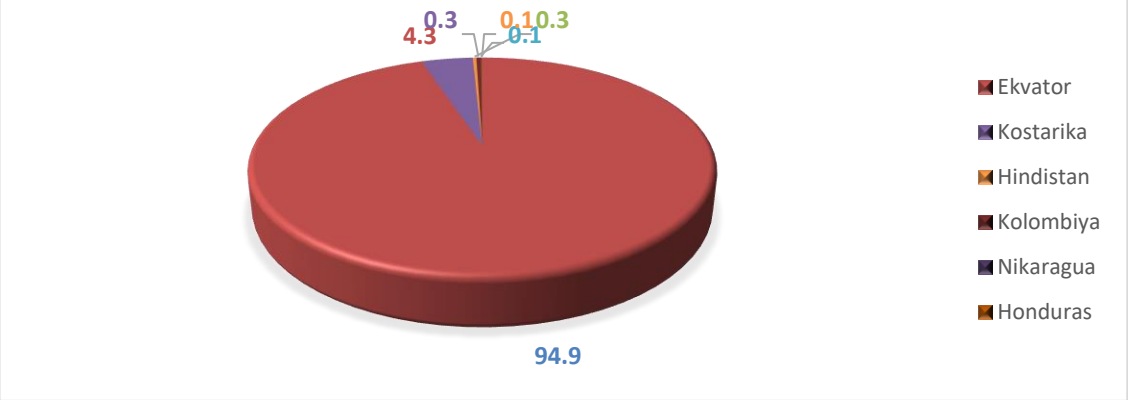


Türkiye'de muz üretim alanı 2019/20 üretim sürecinde 85.000 dekar iken 2020/21 üretim sürecinde 111.000 dekara yükselmiştir. 2020 yılında üretim alanları içerisinde Mersin'nin payı %50,5 iken Antalya'nın ise %45,4 olmuştur. Bu illerimizin haricinde düşük miktarda da olsa Adana (%2,5), Hatay (%1,0), Muğla (%0,4) ve Manisa'da (%0,1) da muz üretimi gerçekleştirilmektedir. 2019/20 üretim sürecinde 548.000 ton olan Türkiye muz üretimi, 2020/21 üretim sezonunda artış göstererek 728.000 ton düzeyine çıkmıştır. Muz ekim alanları açısından ülkemizde son yıllarda artışlar gözlendiği gibi elde edilen verimde de son dönemlerde dikkat çekici yükselmeler gözlenmektedir. 2020/21 üretim sezonunda muz verimi %1,05 artarak 6.528 kg/da'a yükselmiştir.

Çizelge 2.8 Türkiye'nin muz ihracatı yaptığı ülkeler (tarimorman.gov.tr)



Çizelge 2.9 Türkiye'nin muz ithalatı yaptığı ülkeler (tarimorman.gov.tr)



Türkiye'nin muz tüketimi 2019/20 üretim sezonu itibariyle 696 bin tondur. Tüketim yıllar itibariyle artış göstermekte olup 2019 yılı itibariyle kişi başı tüketim 7,7 kg'dır. Dünya muz ticaretinde Türkiye ithalatçı konumda olup 2020 yılında ithalatın %94,5'i Ekvator'dan, %4,3'ü ise Kostarika'dan gerçekleştirilmiştir. 2019 yılında 122 bin ton olan Türkiye muz ithalatı 160 bin tona yükselmiştir. 2021 yılının ilk dört ayında, toplam 41 bin ton ithalat yapılmış olup bir önceki yılın ilk dört ayına göre %68 azalmıştır. Üretim artışı ile 2019 yılında 10 ton olan muz ihracatı ise 2020 yılında 40 tona yükselmiştir.

2.7 Gıda Endüstrisinde Kullanılan Dolgu Maddeleri

2.7.1 Maltodekstrin

Maltodekstrinler, nişasta hidroliz ürünlerinin en önemlilerinden birisidir. Yaygın olarak patates, mısır, pirinç veya buğday gibi hammaddeler kullanılarak üretilir. Moleküler büyüklükleri bakımından nişasta ve sakkaroz arasında olup, dekstroz eşdeğeri (DE) 20'den küçüktür (Alexander 1992). Bunlar helikoidal amiloz ve dallanmış amilopektin fraksiyonları içerir. Böylelikle, genel formülü $[(C_6H_{10}O_5)_{nH2}O]$ ile α (1 → 4) ve α (1 → 6) bağları ile birbirine bağlanan D-glukoz kısımlarından oluşur. Kısmi hidroliz, saflaştırma ve sprey kurutma ile doğal nişastadan ticari olarak üretilir. Maltodekstrin, 10 ila 20 arasında değişen dekstroz eşdeğeri (DE) ile kategorize edilir. Hidroliz derecesi arttıkça DE artar ve sonuç olarak ortalama moleküler kütle azalır. Yaklaşık 1-2 kcal/g sağlar (Sarfarazi and Mohebbi 2020). Maltodekstrinler, asitler veya enzimler ile hazırlanan nişastanın kısmi hidrolizatları olarak tanımlanır. Bunlar, sarmal bölgeler ile karakterize edilen amiloz fraksiyonları ve amilopektin moleküllerinin dallı lineer zincirleri arasındaki etkileşimlerin sonucu olan zayıf jeller oluşturabilir. Maltodekstrinler, tekstür geliştiriciler, hacim arttırıcı maddeler olarak emülsiyonların üretiminde ve özellikle yağ ikamesi için belirli bir dereceye kadar gıda emülsiyonlarında kullanılabilir. Mısır, patates, buğday ve tapyoka gibi karbonhidrat kaynaklarından elde edilen toz halindeki maltodekstrin, 4 kkal/g verim sağlar (Savitha *et al.* 2008). Aynı zamanda gıda endüstrisinde kullanılan tatlı olmayan, suda çözünen ürünler olarak tanımlanır. Ürün rengine herhangi bir etkisi yoktur. Maltodekstrin

ürünlerin özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Genellikle işlenmiş bir yiyeceğin hacmini arttırmak için koyulaştırıcı veya dolgu maddesi olarak kullanılır. Ayrıca kurutma yardımcısı, topaklanma önleyici, oksijen bariyeri, lezzet arttırıcı, yağ ikamesi ve su tutucu olarak da kullanılmaktadır. Kullanılan maltodekstrin miktarı çeşitli özelliklere göre değişim gösterir. Bu özellikler; ürün kompozisyonu, kurutma ortamı özellikleri ve maltodekstrin çeşididir (Goula and Adamopoulos 2008).

2.7.2 Polidekstroz

Polidekstroz düzensiz bir şekilde birbirine bağlanan, suda çözünebilen (25°C'da %80'i çözünür), 130°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda tamamen eriyebilen, beyaz renkte glukoz polimeridir (Koçer 1999). Polidekstrozun en önemli özelliği hacim arttırıcı olarak kullanılmasıdır. Bunun yanında yağ taklidi madde olarakda kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıkta sorbitol ve sitrik asit varlığında glukozun polimerizasyonu ile elde edilebilmektedir (Vetter *et al*. 1986, Campbell *et al*. 1994, Alexander 1994, Huyghebaert *et al*. 1996). Polidekstroz, yaklaşık 2000 daltonluk bir ağırlık ortalamalı moleküler ağırlığa ve yaklaşık 12 glukoz ünitesinin bir polimerizasyon derecesine sahip, oldukça dallı yapıdadır. ^{13}C-NMR spektrometrisi, glukozun glikozidik karbonuyla olası tüm bağlantıların mevcut olduğunu göstermiştir: α- ve β-1,2; 1,3; 1,4; ve 1,6 ancak 1,6 bağlantısı baskındır. Ek çalışmalar, polidekstrozun oldukça dallı yapısındaki karmaşık bağlantı dağılımını doğrulamıştır. Bu bağlantılar, mide-bağırsak enzimleri tarafından hidrolize dirençlidir, öyle ki polidekstrozun geleneksel karbonhidratlarınkine kıyasla düşük kalorik kullanılabilirliğe sahip olması beklenir. Polidekstrozun gıdalardaki şekerlerin yerine geçmek için bir hacim arttırıcı ajan olarak faydası, yüksek suda çözünürlüğü ve düşük kalori içeriği ile ilgilidir (Auerbach *et al*. 2007).

2.7.3 İnülin

İnülin doğada yaygın olarak bulunan polidispers karbonhidrat olarak tanımlanır. Doğrusal veya dallı bir fruktoz polimeri olan inülin, fruktanlar adı verilen bir grup karbonhidrata aittir. Fruktoz parçaları, β (2 → 1) bağları ile birbirine bağlanır. Fruktoz zinciri genellikle bir glukoz molekülü ile biter. Gıda endüstrisinde kullanılan inülinin

doğal kaynakları arasında hindiba kökü, yer elması, sarımsak, buğday, muz ve soğan bulunur. İnülin sindirilebilir karbonhidratlarla karşılaştırıldığında sadece %25-35 enerji sağlar. Kalori değeri 1,5 kkal/g veya 6,3 kJ/g'a eşittir ve tatlılığı sakarozun %10'u kadardır. İnülin normalde gıda ürünlerine prebiyotik ve yağ veya şeker ikamesi olarak eklenir. Bir yağ ikame maddesi olarak, inülin suyu emebildiğinden, jel benzeri bir yapı geliştirebilir, böylece bir hacim arttırıcı madde ve tekstür oluşturucu olarak işlev görür ve yağ benzeri bir tekstür ve ağız hissi üretir. Ayrıca, şekerin yerini almak üzere düşük kalorili bir hacim artırıcı olarak çeşitli çikolatalara ve tabletlere dahil edilebilir (Sarfarazi and Mohebbi 2020). İnulin, kalın bağırsağa kadar sindirime dirençlidir ve kalın bağırsakta ise bazı bakteriler tarafından fermente edilerek yaklaşık 1 kkal/g enerji vermektedir (Türközü vd. 2012).

İnülinin üretim süreci, şeker pancarından elde edilen şekere oldukça benzerdir. Kökler tipik olarak hasat edilir, dilimlenir ve yıkanır. İnülin daha sonra bir sıcak su difüzyon işlemi kullanılarak kökten ekstrakte edilir, ardından saflaştırılır ve kurutulur. Ortaya çıkan ürün, 10-12 arasında bir ortalama polimerizasyon $(DP)^2$ derecesine ve 2-60 birim zincir uzunluklarına sahip moleküllerin dağılımına sahiptir. Bitmiş inülin tozu tipik olarak glukoz, fruktoz ve sakaroz olarak temsil edilen %6-10 şeker içerir. Bunlar hindiba köküne özgüdür; ekstraksiyondan sonra eklenmezler. Son zamanlarda piyasaya "yüksek performans" (HP) tipi bir inülin de sunulmuştur. Bu ürün daha kısa zincirli moleküllerin uzaklaştırılmasıyla üretilmiştir. HP inülin, ortalama 25 DP'ye ve 11 ila 60 arasında değişen bir moleküler dağılıma sahiptir. Böylece artık şekerler ve oligomerler uzaklaştırılmıştır. Bu ürün, tatlılık katkısı olmadan standart inülinin neredeyse iki katı yağ taklidi özelliklerini sağlar (Niness 1999).

2.8 Fındık ve Yer Fıstığı Dışında Farklı Orijinli Yenilikçi Sürülebilir Ürünler

Radočaj vd. (2011) bir penetrasyon testi kullanarak ticari bir stabilizör ve kenevir yağı miktarının kabak çekirdeği yağı pres keki kremasının tekstürü üzerine etkilerini yanıt yüzey metodu kullanarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda sertlik, penetrasyon işi, elastikiyet ve adhesivlik yanıt değişkenleri olarak çok önemli krema tekstür özellikleri olarak belirlenmiştir. Üretilen kremaların tekstürü bağımsız değişkenler tarafından

önemli düzeyde etkilenmiştir. Seçilen tekstürel özellikler açısından %1-1,2 ilave stabilizör ve %20-40 ilave edilmiş kenevir yağı ile değişkenlerin optimum kombinasyonu, ticari fıstık kremalarını taklit eden arzu edilen kremalar oluşturdu ancak, bunlar yapışkan değillerdi. Yanıt yüzey metodu, kremaların bileşimini optimize etmek amacıyla minumum sertlik, penetrasyon ve yapışkanlık ile maksimum elastikiyet değerine sahip ürünü elde etmek için yardımcı olmuştur.

Peinado vd. (2012) sürülebilir çilek ürünleri geliştirmişler ve ürünlerin tipik bir pseudoplastik davranış gösterdiğini ve Herschel-Bulkley modeli ile iyi bir korelasyona sahip olduğunu bulmuşlardır. Kararlılık indeksi ve akma gerilimi değerleri şeker tipinden, detaylandırma yönteminden ve pektin seviyelerinden etkilenmiştir. Ek olarak, izomaltuloz içeren 30 Brix ürünü ve izomaltuloz-fruktoz karışımını içeren 50 Brix ürünü, kararlılık ve akma gerilimi için en düşük endeksleri göstermiştir. Son olarak, akışkanlık indeksi farklı şekerlerden değil, detaylandırma yönteminden ve pektin seviyelerinden etkilenmiş olup, bu indeks sıvı faz elimine edilmeden kuru yöntemle formüle edilen ürünlerde ve pektin seviyesi en düşük olanlarda daha yüksek olmuştur. Bu sonuçlar, sakarozun daha sağlıklı şekerlerle değiştirilmesinin tüketiciler tarafından yüksek bir kabul edilebilirliğe sahip olabileceğini göstermiştir.

Peinado vd. (2013), 30° Brix sürülebilir çilek ürünlerinin optik ve mekanik özelliklerinin yanı sıra duyusal niteliklerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Şekerin tipine (izomaltuloz veya sakaroz), detaylandırma yöntemine (harici sıvı faz uzaklaştırma ile veya olmadan ıslak veya kuru ozmotik dehidrasyon) ve formülasyonları için kullanılan pektin yüzdesine göre toplam 18 farklı sürülebilir ürün elde edilmiştir. Sonuçlar ne pektin yüzdesinin ne de şeker türünün renk değerleri (L^*, a^* ve b^*) üzerinde bir etkisi olmadığını göstermiştir. Bununla birlikte, harici sıvı faz uzaklaştırma ile kuru ozmotik dehidrasyonun karakteristik taze çilek rengini daha iyi koruduğu görülmüştür. Tekstür ile ilgili olarak, daha düşük bir sıvı faz hacmi ve daha yüksek meyve/çözelti oranları, daha yüksek tutarlılık ve yapışkanlık değerlerine sahip sürülebilir ürünlere yol açmıştır [kıvam değerleri: 5,5 (0,4) ile 2,9 (0,1) (pektinin %1'i), 6,92 (0,08) vs. 4,3 (0,3) (%1,5 pektin) ve 10 (1)'e karşı 5,2 (0,3) (%2 pektin); yapışkanlık değerleri: 0,82 (0,07) ile 0,32 (0,04) (pektin %1'i), 1,21 (0,04) ile 0,72

(0,08) (pektinin %1,5'i) ve 1,8 (0,3) ile 1,00 (0,06) (%2) pektin)]. Ayrıca, izomaltuloz yerine %2 pektinli sükroz kullanılması da benzer bir etki yaratmıştır. İzolmaltuloz ile formüle edilmiş sürülebilir ürünlerin duyusal değerlendirmesinde, lezzet, panelistler tarafından küresel tercihi koşullandıran parametre olmuştur. Sürülebilirlik ile ilgili olarak, tutarlılık için 4 ila 5 Ns ve yapışkanlık için 0,6 ila 0,9 Ns arasında değişen ürünler en çok beğenilenler olmuştur.

Shakerardekani vd. (2013) farklı oranlarda kırmızı palm yağı (RPO), pudra şekeri ve soya protein izolatı (SPI) kullanmak suretiyle ancak temel bileşenin fıstık (*Pistacia vera* L.) olduğu bir fıstık kreması geliştirmişlerdir. Faktör tasarımına dayalı olarak çeşitli seviyelerde fıstık ezmesi, pudra şekeri, SPI ve RPO kullanılarak on yedi fıstık ezmesi formülasyonu geliştirildi. RPO, fıstık ezmelerinin reolojik davranışı üzerinde doğrudan bir etkiye sahip bulunmuştur. Renk niteliklerine, reolojik özelliklere ve duyusal kabul edilebilirliğe dayalı olarak, fıstık ezmesinin en kabul edilebilir 2 formülasyonu, %50 fıstık ezmesi, %30,0 pudra şekeri ve %20 RPO içeren formülasyon ve %58,3 fıstık ezmesin, %25,0 pudra şekeri ve %16,7 RPO içeren formülasyon olduğu tespit edilmiştir. Fıstık ezmelerinin enstrümental parametreleri (kesme çalışması, bir değer, G' ve G") ve duyusal kabul edilebilirliğinde (tat, renk, genel doku, genel kabul edilebilirlik ve sürülebilirlik) güçlü veya orta derecede korelasyonlar gözlemlendi. Duyusal sürülebilirlik, ürünü sürerek yaymak için gereken kuvvet olan kayma işi ile negatif ilişkili olmuştur. Eğitimsiz panelistler tarafından genel doku, yayılabilirlik ve genel kabul edilebilirlik, kayma işi ile negatif olarak ilişkilendirildi. Bu çalışmanın bulgularına dayanarak, kabul edilebilir bir ezmenin en önemli kalite özelliklerinin yüksek derecede sürülebilirlik (düşük kayma işi) ve yeşil renk (düşük bir a* değeri) olduğu sonucuna varılmıştır.

Sürülebilir kremalar, katı-yağ süspansiyonlarıdır ve yağların karışımı yağ fazını temsil eder Racolta vd. (2014). Şeker, kakao tozu, kavrulmuş ve öğütülmüş kabuklu yemişler (nuts), süttozu ve peyniraltı suyu tozu dağılan fazı oluşturmaktadır. Emülgatörler son ürünün viskozitesini iyileştirmek için kullanılır. Bu araştırmacılar, yer fıstığı veya bademe alerjisi olan bireyler için kavrulmuş ayçiçek tohumu, şeker, palm yağı, kakao ya da keçiboynuzu tozu ve lesitin kullanarak alternatif bir sürülebilir krema

geliştirmişlerdir. Analiz edilen üç numune protein için %10,56 - %12,48, yağ için %31,98 - %33,98, kül için %1,38 - %2 ve nem için %0,28 - %0,69 arasında değerler göstermiştir. Çalışmanın sonuçları, kakao prototipinin yüksek düzeyde antioksidanlar ve polifenoller içerdiğini, keçiboynuzu prototipinin ise orta düzeyde antioksidanlar ve polifenoller içerdiğini göstermiştir.

Khan vd. (2015)'ne göre *Rivina humilis* L. (Phytolaccaceae) veya güvercin üzümü meyvelerinde etalain biriktirir. Meyvelerin tüketilmesinin güvenli olduğu, besin içeriği açısından zengin olduğu ve verimli biyolojik aktivite sergilediği bildirilmektedir. Güvercin üzümü özütü, ürünün fizikokimyasal özellikleri ve kabul edilebilirliği üzerindeki etkisini değerlendirmek için meyve kreması ve içeceklerde doğal renklendirici olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, *L, a* ve *chroma* değerlerinde azalma olmasına rağmen, 5 °C'de 6 aylık depolamadan sonra *Rivina* muz kremasında rengin %68 korunduğu gösterilmiştir. *Rivina* muz içeceği, işleme sırasında kızarıklığını tamamen kaybetmiştir. Ürünlerin mikrobiyal analizi, tüketim için güvenli olduklarını göstermiştir. Krema genel olarak iyi bir duyusal kaliteye sahip olmuş ve tüketiciler tarafından beğenilmiş ve *Rivina* meyvesi özü ilavesinin ürün kalitesini değiştirmediği belirtilmiştir.

Peinado vd. (2015) daha sağlıklı şekerler ve yüksek oranda meyve ile 50º Brix sürülebilir çilek ürününün formülasyonunu optimize etmek için cevap yüzey metodolojisi uygulamışlardır. Dört bağımsız değişkenin kalite parametreleri üzerindeki etkisini analiz etmek için merkezi bir kompozit tasarım uygulanmıştır. Değişkenlerin her biri beş farklı seviyede analiz edilmiştir (X1: izomaltulozun %'si (0, 12,5, 25, 37,5 ve %50), X2: pektinin %'si (%0,5, 1, 1,5, 2 ve %2,5), X3: % sitrik asit (0, 0,25, 0,5, 0,75 ve %1) ve X4: ısıl işlem süresi (0, 5, 10, 15 ve 20 dakika). Optimizasyon için fizikokimyasal özellikler, mikrobiyolojik kararlılık, antioksidan özellikler ile optik ve mekanik özellikler dikkate alınmıştır. Pektin ve sitrik asit yüzdeleri, ölçülen parametreleri en çok etkileyen değişkenler olarak belirlenmiştir. Genel olarak, bu iki değişkenin yüksek seviyeleri (%2 pektin; %0,75 sitrik asit) daha yüksek antioksidan aktivite, kıvam ve yapışkanlık değerleri ile sonuçlanmıştır. Sürülebilir bir çilek ürünü elde etmek için en uygun formülasyon, taze çilek, %50 fruktoz, %50 izomaltuloz, %1

sitrik asit ve %1,5 pektindir. Bileşenler karıştırılmış ve 85°C'ye ısıtılmıştır. Ürün oda sıcaklığında 90 gün saklandıktan sonra stabil olduğu gözlenmiştir.

Peinado vd. (2016) sükrozun kısmen yerine fruktoz ve izomaltuloz gibi daha sağlıklı şekerler ile değiştirildiği çilek ürünlerinin formülasyonu üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Önceden formüle edilen ürünlerin renk, doku, reoloji, aromatik profil ve duyusal değerlendirme gibi kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Son adım olarak, mevcut çalışmada, oda sıcaklığında (20 °C) 90 günlük depolama süresince çilek kreması ürününün uçucu profil gelişimi ve bazı fizikokimyasal özellikleri (aw, pH, tekstür ve renk) ve antioksidan aktivite ile antosiyanin içeriği incelenmiştir. Uçucu bileşiklerin çoğu depolama sırasında konsantrasyonlarını değiştirmiştir; bazıları tamamen yok olmuş ancak 13 yeni bileşik oluşmuştur: (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 ve butirik-2-metil asit). Depolama, koyu pembe bir renge ve konsistens ve yapışkanlıkta bir artışa yol açarken, antioksidan aktivite önemli ölçüde artmıştır. Sitrik asit ve pektin seviyeleri, özellikle fruktoz-izomaltuloz ürünlerinde aromatik bileşiklerin tutulması ve oluşumunun yanı sıra renk, tekstür ve antioksidan aktiviteyi de etkilemiştir. Depolamadan sonra ürünlerin aromatik profilleri ile tekstür, renk ve antioksidan içerik gibi bazı kalite parametreleri arasında bir PLS regresyon aracılığıyla korelasyonlar bulunmuştur.

Kadivec vd. (2016) tarafından çilek, pektin ve şekerden meydana gelen bir çilek kreması geliştirilmiştir. Depolanan çilek kremaları rengindeki değişiklik aralığı beklendiği gibi a^* için en büyükken, b^* ve L^* için nispeten düşük olmuştur. Böylece rengin görsel algısı çoğunlukla a^* değeri ile belirlendiği gözlenmiştir. İşleme koşullarının renk değişiklikleri üzerinde yalnızca küçük etkileri olmuştur. Gün ışığı ve oksijenin dışlanması, bu renk özelliklerinin üçü için de renk değişiklikleri üzerinde çok az etkiye sahip olmuştur. Çözünür katıların ve renklendirici ilavesinin hafif koyulaştırma etkileri olmuştur. Depolama sırasındaki sıcaklığın, renk değişimlerinin kinetiğini (değişim hızı) etkileyen tek faktör olduğu belirlenmiştir. Kalan işleme koşulları, yalnızca col_r ve col_{min} (değişim aralığı) model parametrelerinin değerini etkilemiştir.

Aydın ve Özdemir (2017) tarafından keçiboynuzu unu ile zenginleştirilmiş bir krema geliştirilmiştir ve elde edilen ürünün duyusal, tekstürel renk ve bazı besinsel özellikleri araştırılmıştır. Ürün görünümü, tekstürü ve duyusal puanları üzerindeki etkilerin kullanılan keçiboynuzu unu ve hidrojene palm yağı seviyesine bağlı olduğu bulunmuştur. Bu araştırmanın sonuçları, 38 g keçiboynuzu unu ve 42 g hidrojene palm yağı (100 g keçiboynuzu kreması için) içeren kremanın daha kabul edilebilir olduğunu ve sürülebilir çikolataya daha yakın sürülebilirlik değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Genel olarak, bu çalışma tüketicilerin yüksek besin değeri içeren keçiboynuzu kremalarını kabul edecekleri ve pazarda ürün çeşitlendirmesine olanak sağlıyacağı fikrini güçlendirmektedir. Ek olarak, bu çalışma, fonksiyonel gıda formülasyonları için bir bileşen olarak keçiboynuzu ununun daha iyi kullanılmasının yolunu açmıştır. Formüle edilmiş keçiboynuzu kremalarının depolama stabilitesini belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Ziaolhagh vd. (2017) ceviz içinin kavurma koşullarını, üretmiş olduğu ceviz kremalarının stabilite parametrelerine dayalı olarak optimize etmişlerdir. Ceviz içini 100-150 ºC'de 10-30 dakika kavurmuşlardır. 25 ºC'de üç ay depolamanın ardından kremaların yağ ayrılması, peroksit, asitlik ve tiobarbiturik asit değerlerini analiz etmişlerdir. İncelenen krema özelliklerinin kavurma süresi ve sıcaklığından önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiştir. Yağ ayrılmasının daha yüksek sıcaklıklarda ve daha uzun kavurma sürelerinde arttığı gözlenmiştir. Daha düşük sıcaklıkta ve daha kısa sürelerde, kremanın oksidasyonu daha yüksek çıkmıştır. En düşük yağ ayrılma özelliğine sahip oksidatif kararlı ceviz kreması üretmek için ceviz içlerinin kavrulmasının optimize koşulları 116°C'de 12 dakika olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, herhangi bir fındık kremasının formülasyonundan önce ceviz içlerinin kavrulması için en uygun sıcaklık ve zamanın kullanılması önemlidir, çünkü bunlar kremanın özellikleri ve raf ömrü üzerinde önemli etkilere sahiptir.

Amevor vd. (2018) sürülebilir çikolata üretiminde kaju fıstığının ikame potansiyelini değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmalarında, kaju fıstığı ezmesi (CNS) ve kakao tozu (CP) kullanmışlardır. Kaju fıstığı-CP kompozitinden üretilen kremalar, referans numunenin daha çok kabul görmesine rağmen genel olarak panelistler tarafından

beğenilmiştir. Kaju fıstığı-CP kompozit kreması, referans numuneye kıyasla daha iyi sürülebilir bir ürün vermiştir. Formüle edilmiş sürülebilir ürünler, kontrol numunesinden nispeten daha yüksek miktarlarda kül, yağ, protein ve lif içermiştir. Sürmelerin mineral içerikleri (Mg, Na ve K), kontrol örneğinden nispeten daha yüksek bulunmuştur. Mikrobiyolojik analizler ayrıca ürünlerin tatmin edici bakteriyolojik kaliteye sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, kaju fıstığı, Gana pazarında sürülebilir çikolatalara göre nispeten daha yüksek besin içeriğine sahip yeni sürülebilir ürünlerin üretiminde kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Aydemir (2019a) yeni bir ürün kakaolu kestane kreması geliştirmiştir. Üretimde kestanenin farklı kavurma sıcaklıkları (150 ve 200 °C) ve sürelerde (20 dk. ve 40 dk.) kavrulmasının kestane kremasının fiziksel, tekstürel ve duyusal özelliklerine etkisini çalışmıştır. Genel anlamda, duyusal teste katılan tüketiciler üretilen kremaların “biraz iyi” ve "iyi" skala arasında bulunduğuna karar vermiştir. Kremanın beğenilmesindeki kritik teknolojik parametrelerin (hızlandırılmış yağ ayrılması, sürülebilirlik, yapışkanlık, tat–aroma ve yapı–tekstür) literatürdeki ticari fındık kreması örnekleriyle yakınlığı değerlendirildiğinde, 200 °C’de 40 dk. kavrulan kestaneden üretilen kremanın daha iyi olduğuna karar vermiştir. Araştırmacı, kurutmada biraz daha düşük farklı sıcaklıkların çalışılabileceğini ve ayrıca kremanın sürülebilirliğini iyileştirmek için yağın katılığının artırılmasının yarar sağlayabileceğini belirtmiştir. Ayrıca tat–aroma kalitesini yükseltmek amacıyla kestane aroması ilavesinin kremanın kabul edilebilirliğini arttıracağını bildirmiştir.

Aydemir ve Atalar (2019) farklı sıvı/katı yağlar ve kestane unu oranları içeren kakaolu kestane kreması üretmişler ve ürünün tekstürel, reolojik ve duyusal özelliklerini analiz etmişlerdir. Laboratuvar ölçekli pilot imalat da iki farklı kestane (%7,5 ve %10) ve katı/sıvı yağ oranları (%25,75 ve %28,25) kullanılmıştır. Kestane kremalarında en etkili bileşenin, sürekli faz olan yağ karışımı olduğu belirtilmiştir. Genel olarak panelistlerin, üretilen kremaları duyusal açıdan “iyi” buldukları bulgulanmıştır. Hızlandırılmış yağ ayrılması, sürülebilirlik, yapışkanlık, yapı-tekstür ve görünüm-renk gibi bazı parametrelerin literatürdeki ticari örneklerle benzerliği göz önüne alındığında, %28,25 yağ ve %10 kestane unu içeren kestane kremasının üretime uygun olduğu sonucuna

varılmıştır. Lezzet-aroma özelliklerini geliştirmek için, ticari bir kestane aromasının eklenmesi veya kestane veya kestane ununun kavrulması önerilmiştir.

Acan vd. (2021) fındık kekini sürülebilir çikolata üretiminde çeşitli miktarlarda şeker süt ve peynir altı suyu tozu yerine kullanmışlardır. Fındık yağı üretiminin bir yan ürünü olan fındık küspesinin yüksek fenolik bileşikler sergilediği tespit edilmiştir. Sürülebilir çikolata ile kısmen süt tozu, peynir altı suyu tozu ve şekerin yerini alarak fındık keki kullanılarak fonksiyonellik artırıcı ve maliyet azaltıcı daha sağlıklı ürünler üretilebileceği belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, fındık keki, sürülebilir çikolata üretiminde şeker süt tozu ve peynir altı suyu tozunun kısmen yerine hacim artırıcı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Fındık kekleri fenolik bileşikler açısından zengindir ve antioksidan kapasiteleri yüksektir, bu da fındıklı keklerin gıda endüstrisinde kullanılmak üzere sürülebilir çikolatalar üretmek için yenilikçi bir kaynak olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca mevcut çalışma ile doğru bir şekilde uygulandığında, yeni formülasyonlara ve/veya bunların optimizasyonuna yol açan karmaşık süreci büyük ölçüde basitleştirmek için öngörücü bir gıda tasarımı yaklaşımının kullanılabileceğini gösterilmiştir.

Aydemir vd. (2021) yeni bir ürün olarak kakaolu keçiboynuzu kreması üreterek ürünün tekstürel, reolojik ve duyusal özelliklerini araştırmışlardır. Laboratuvar ölçekli üretimde üç farklı keçiboynuzu unu ve üç farklı palm stearin/palm olein karışım oranı çalışılmıştır. Yağ kaynağı karışım oranı hızlandırılmış yağ ayrılması, sürülebilirlik, yapışkanlık, görünür viskozite, Casson akma gerilmesi, G′, G″, n′, n″, K′, K″ ve Aα değerleri üzerinde etkili bulunurken, keçiboynuzu unu içeriği ise su aktivitesini ve n′ ve n″değerlerini etkilemiştir. Duyusal özellikleri dikkate alındığında 5/95 yağ karışım oranı ve %10 keçiboynuzu içeriğinin daha fazla kabul gördüğü sonucuna varılmıştır. Bu formülasyon değerlerine sahip kakaolu keçiboynuzu kremalarının piyasada kendine yer bulma potansiyeline sahip olabileceği vurgulanmıştır. Bu çalışma ile sağlık için birçok faydalı bileşik içeren keçiboynuzu unu tüketimini artıracak yeni bir ürün geliştirildiği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Çalışmada muz kreması üretiminde hammadde ve katkı maddeleri olarak liyofilize muz tozu (Green family, İzmir), pudra şekeri (Bağdat Baharat, Ankara), yağsız süt tozu (Katkı Dünyası, Gemici Gıda, İstanbul), sürülebilir çikolata yağı (BES 41, Besler, İstanbul), maltodekstrin (Alfasol, İstanbul), polidekstroz (Tito, İzmir), inülin (Tito, İzmir) ayçiçek lesitini (Alfasol, Kimbiotek, İstanbul), muz aroması (Virago Kimya, İzmir) ve tuz (Billur Tuz, İzmir) kullanılmıştır.

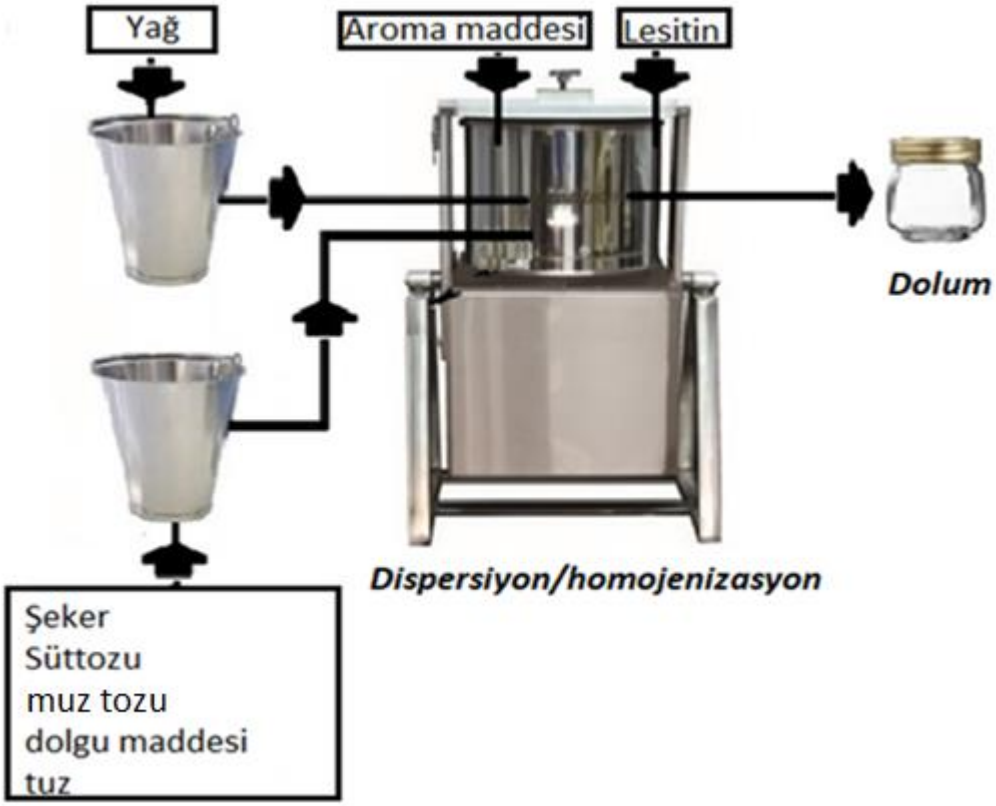
3.2 Metot

Bu tez kapsamında diğer bileşenler sabit olmak üzere 3 farklı dolgu maddesi ile 6 farklı dolgu maddesi içeriği (maltodekstrin, polidekstroz, inülin, maltodekstrin-polidekstroz, maltodekstrin-inülin, polidekstroz-inülin) kullanılarak toplam 6 adet farklı muz kreması 2 tekerrürlü olarak üretilmiştir. Denemeye ait plan Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 Deneme planı

Numune Kodu	Kullanılan Dolgu Maddesi Çeşidi
MD	Maltodekstrin
PD	Polidekstroz
IN	İnülin
MD-PD	Maltodekstrin-polidekstroz
MD-IN	Maltodekstrin-inülin
PD-IN	Polidekstroz-inülün

3.2.1 Muz kreması üretimi



Şekil 3.1 Muz kreması üretim diyagramı

Çizelge 3.2 Muz kremalarının bileşimi

Bileşenler	**İçerik (g/100 g krema)**
Liyofilize muz	3
Şeker	43
Yağ	38,9
Süt tozu	6
Lesitin	0,5
Tuz	0,1
Aroma	0,1
Dolgu maddesi	8,4

Çizelge 3.3 Çalışmaya ait krema örneklerinin bileşimleri (%)

	MD	**PD**	**IN**	**MD-PD**	**MD-IN**	**PD-IN**
Liyofilize muz	3	3	3	3	3	3
Şeker	43	43	43	43	43	43
Yağ	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9
Süt tozu	6	6	6	6	6	6
Lesitin	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tuz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Aroma	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Maltodekstrin	8,4	-	-	4,2	4,2	-
Polidekstroz	-	8,4	-	4,2	-	4,2
İnülin	-	-	8,4	-	4,2	4,2



Şekil 3.2 Çalışmada kullanılan melanjer



Şekil 3.3 Melanjer içi üretim görüntüsü



Şekil 3.4 Üretimi gerçekleştirilen muz kremalarının görüntüsü

3.2.2 Hızlandırılmış yağ ayrılması

Hızlandırılmış yağ ayrılması (HYA) analizi, Aryana vd. (2003) vermiş olduğu yöntemden uyarlanmıştır. Bir santrifüj tüpüne 7,5 g muz kreması koyulmuş ve 10 dk. 20 °C'de 20000 *g* (3–30 KS, SIGMA, Germany) kuvvete santrifüj edilmiştir. İşlem sonrasında tüpün üzerinde toplanan yağ bir otomatik pipet yardımıyla alınmış ve tartılmıştır. Sonuçlar 100 g numuneden ayrılan yağ olarak HYA (g yağ/100g numune) şeklinde hesaplanmıştır.

3.2.3 Su aktivitesi ölçümü

Muz kremalarının su aktivitesi ölçümleri 25 ºC'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.

3.2.4 Tekstür analizi

Sürülebilirlik ve yapışkanlık ölçümleri TA. XT Plus Tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) yardımıyla yapılmıştır. Numuneler ortam sıcaklığında (24±1°C) TTC sürülebilirlik teçhizatı (HDP/SR, 14580) içine doldurulmuş ve ölçüm koşulları uygulanmıştır: Prob mesafe ön ayarı 25 mm; test hızı 10 mm/s; sıkıştırma mesafesi 23 mm. Bulunan veriler Texture Exponent Version 4.013.0 (Stable Micro Systems) ile hesaplanmıştır.

3.2.5 Renk ölçümü

Muz kreması örneklerinin L^*, a^* ve b^* değerleri bir renk ölçer (CR–400, Konica Minolta, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.6 Duyusal analiz

Duyusal analizler Çankırı Karatekin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğretim elemanları ve öğrencilerinden oluşan kısmi eğitimli panelist grubu (40 kişi) tarafından 9 puan üzerinden (1: Berbat, 2: Çok kötü, 3: Kötü, 4: Biraz kötü, 5: Ne iyi ne kötü, 6: Biraz iyi, 7: İyi, 8: Çok iyi, 9: Harika) tat–aroma, 5 puan üzerinden (1: Berbat, 2: Kötü, 3: Ne iyi ne kötü, 4: İyi, 5: Harika) yapı–tekstür ve renk–görünüş yönünden hazırlanan hedonik skalaya göre değerlendirilmiştir. Numune numaraları 3 basamaklı sayı şeklinde kodlanmıştır. Yapı–tekstür değerlendirmesi sırasında kremaların ekmeğe sürülebilirliği için bir bıçak yardımı ile de kremalar test edilmiştir. Panelistlere numuneler arası ağız tadı dengeleme amacıyla su ve ekmek verilmiştir.

3.2.7 Partikül boyut dağılımı

Bu analiz hizmet alımı şeklinde (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı-MERLAB) yapılmıştır.

3.2.8 Reolojik analizler

Muz kreması örneklerinin reolojik özelliklerini belirlemek için Haake Mars III (Thermo Scientific, Almanya) cihazı kullanılmıştır. Her ölçüm öncesi örneğin dengeye gelmesi amacıyla 2 dk süresince beklenmiştir. Ölçümler koni plakalı (35 mm çap, 0,104 mm gap, 2^o açı) geometri kullanılarak 25 °C sıcaklıkta yapılmıştır. 0.1-200 s^{-1} kayma hızında 3 dakika süresince ölçüm gerçekleştirilmiştir. Ölçümler üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Denklem (3.1) ve Denklem (3.2) elde edilen verilere uygulanan

Casson ve Herschel Bulkley modelleri göstermektedir. Model parametreleri Rheowin 4 Software v4.20 programı ile hesaplanmıştır (Haake Company, Darmstadt, Germany).

$$\tau^{0.5} = (\tau_y)^{0.5} + \eta_{pl}(\dot{\gamma})^{0.5} \quad (3.1)$$

burada τ kayma gerilimi (Pa), τy Casson akma gerilimi (Pa) ise 5 s^{-1}'lik bir kayma hızındaki gerilme değerini, η_{pl} plastik viskoziteyi (Pas), $\dot{\gamma}$ kayma hızını (s^{-1}) ifade etmektedir.

$$\tau = \tau_0 + K.\dot{\gamma}^n \quad (3.2)$$

burada τ kayma gerilimi (Pa), τ_0 akma gerilimi, K konsistens katsayısı ($Pa.s^n$), $\dot{\gamma}$ kayma hızı (s^{-1}) ve *n* ise akış davranış indeksini (birimsiz) ifade etmektedir.

Muz kreması örneklerinin viskoelastik özelliklerini belirlemek için dinamik reolojik ölçümler yapılmıştır. Frekans tarama testinde depolama modülü (G′) ve kayıp modülü (G″) frekansa bağlı olarak ölçülmüştür. Analizler 25°C 1 Pa kayma geriliminde (Lineer viskoelastik alan) 0,1-100 Hz frekans aralığında yapılmıştır. Lineer viskoelastik bölgenin tespiti amacıyla ise 0,1 ve 100 Pa basınç aralığında ve sabit frekansta (0.1 Hz) stress sweep testi gerçekleştirilmiştir.

3.2.9 İstatistik analiz

Veriler SPSS 22 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Tek yönlü varyans analizi ve ortalamaların karşılaştırılması için Duncan çoklu karşılaştırma testi (%95 güven aralığında) kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Hızlandırılmış Yağ Ayrılması

Muz kremalarının HYA değerleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Muz krema çeşidinin HYA değerleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelgeden de görüldüğü gibi örneklerin HYA değerleri %12,80 ile 13,14 arasında değişim göstermiştir. IN, PD-IN ve MD-IN kremaları MD, PD ve MD-PD kremalarından önemli derecede daha düşük HYA değerleri vermiştir ($p<0,05$). Bu tip krema ürünlerindeki yağ ayrılmasının sebebi kullanılan yağ çeşidi ve katı parçacıkların özgül ağırlık farkından kaynaklanır (Gills and Resurreccion 2000). İnülinin, maltodekstrin ve polidekstroza göre yağ tutma kapasitesinin yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

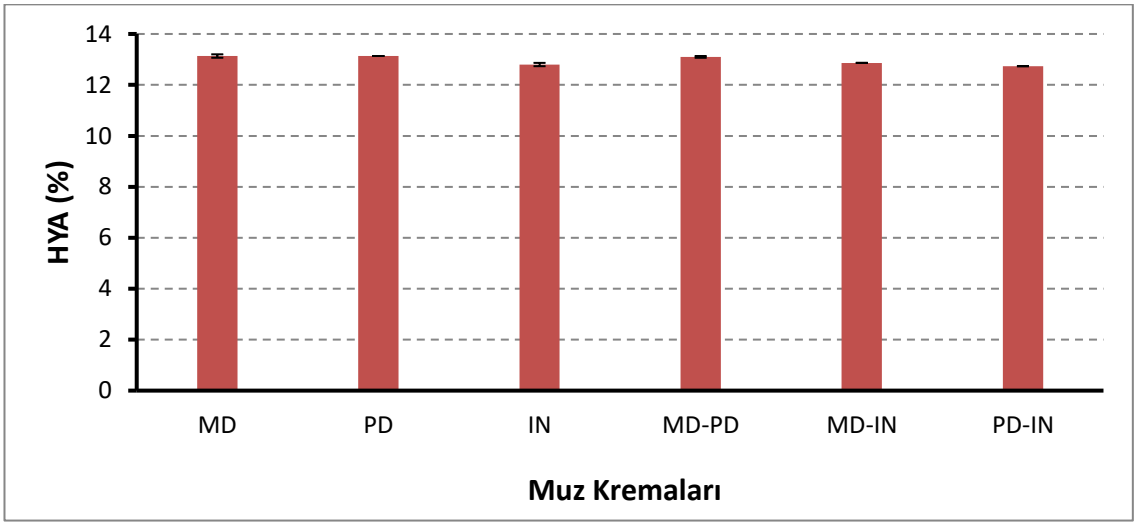
Çizelge 4.1 Muz kremalarının hızlandırılmış yağ ayrılması

Örnek Kodu	HYA (%)
MD	$13,13^{b} \pm 0,07$
PD	$13,14^{b} \pm 0,00$
IN	$12,80^{a} \pm 0,07$
MD-PD	$13,10^{b} \pm 0,04$
MD-IN	$12,80^{a} \pm 0,00$
PD-IN	$12,84^{a} \pm 0,00$

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

Aydemir (2019b) kakaolu fındık kremalarında %4,97-11,94, Aydemir vd. (2021) kakaolu keçiboynuzu kremalarında %6,27-12,80 aralığında HYA değeri belirlemiştir. Aydemir (2019a) ve Aydemir ve Atalar (2019) kakaolu kestane kreması numunelerinde sonuçlarımızdan daha düşük HYA değerleri rapor etmişlerdir. Ticari kakaolu fındık kremalarında HYA değeri %7,40-8,87 aralığında tespit edilmiştir Aydemir (2019b).

Bu anlamda HYA değerlerinin biraz yüksek olduğu görülmekle birlikte en düşük sonuçları veren inülin içeren numunelerin daha ön plana çıktığı söylenebilir



.
Şekil 4.1 Muz kremalarının HYA değerleri

4.2 Su Aktivitesi

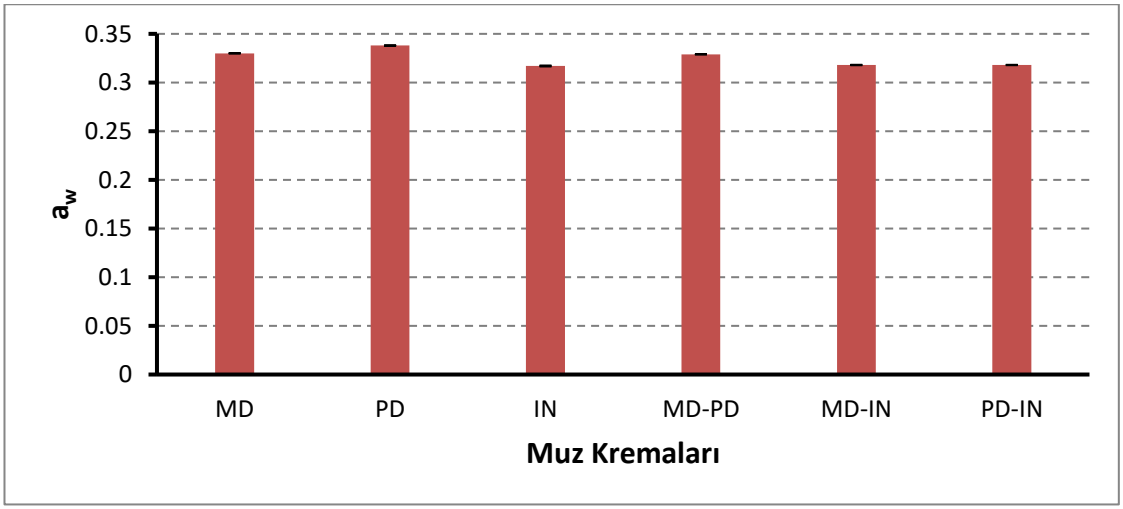
Muz kreması numunelerine ait su aktivitesi değerleri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2'de sunulmuştur. Muz kreması örneklerinin su aktivitesi değerleri 0,317-0,338 aralığında değişim göstermiştir. Muz kremalarında kullanılan dolgu maddeleri/hacim artırıcı maddelerin su aktivitesi değerleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). En düşük su aktivitesi değeri IN kremasında bulunurken, en yüksek su aktivitesi değeri PD kremasında tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çizelgeden görüldüğü gibi muz kreması numunelerinde inülin ilavesi yapılan örneklerde su aktiviteleri azalmıştır. Bu durum kullanılan dolgu maddelerinin nem içeriğinden de kaynaklanıyor olabilir.

Aydemir (2019a) su aktivitesi değerlerini kakaolu kestane kremalarında 0,207-0,264 aralığında belirlenmiştir. Aydemir vd. (2021) kakaolu keçiboynuzu kremalarında su aktivitesi değerlerinin 0,274-0,309 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar bu araştırmacıların sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.2 Muz kremalarının su aktivitesi değerleri

Örnek Kodu	Su Aktivitesi
MD	0,330[c] ± 0,0002
PD	0,338[d] ± 0,0004
IN	0,317[a] ± 0,0005
MD-PD	0,329[c] ± 0,0003
MD-IN	0,319[b] ± 0,0003
PD-IN	0,318[b] ± 0,0002

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



Şekil 4.2 Muz kremalarının su aktivitesi

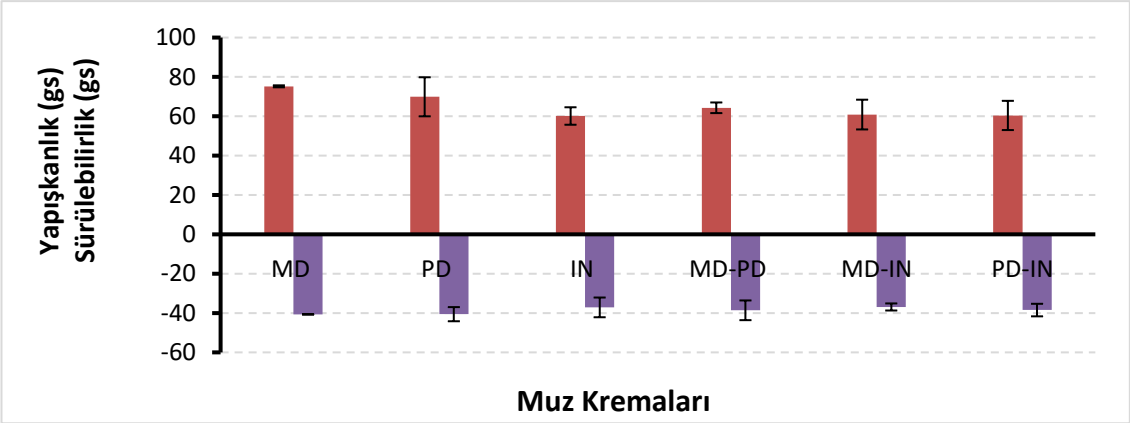
4.3 Tekstürel Özellikler

Muz kreması örneklerine ait tekstürel özellikler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'te sunulmuştur. Muz kreması numunelerinin sürülebilirlik değerleri 60,13 ile 75,22 gs arasında değişmiştir. Kullanılan dolgu maddesi çeşidinin sürülebilirlik üzerine bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$). MD kreması en yüksek sürülebilirlik değerini gösterirken en düşük sürülebilirlik değeri IN kremasında gözlenmiştir. Bunun anlamı IN kremasının MD kremasına göre daha akışkan, yumuşak bir yapıya sahip, sürülebilirliğinin daha kolay olduğudur.

Çizelge 4.3 Muz kremalarının tesktürel özellikleri

Örnek Kodu	Sürülebilirlik (gs)	Yapışkanlık (gs)
MD	75,22[a] ± 0,500	-40,68[a] ± 0,15
PD	69,90[a] ± 9,925	-40,59[a] ± 3,60
IN	60,13[a] ± 4,440	-37,14[a] ± 5,02
MD-PD	64,31[a] ± 2,700	-38,61[a] ± 5,01
MD-IN	60,86[a] ± 7,560	-36,92[a] ± 1,80
PD-IN	60,42[a] ± 7,425	-38,50[a] ± 3,19

[a-a] Aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark önemsizdir (p>0,05)



Şekil 4.3 Muz kremalarının tekstürel özellikleri

Önceki çalışmalarda kakaolu kestane kremalarında (Aydemir ve Atalar 2019, Aydemir 2019a) kakaolu fındık kremalarında (Aydemir 2019b), kakaolu keçiboynuzu kremalarında (Aydemir vd. 2021) daha yüksek sürülebilirlik değerleri rapor edilmiştir. Muz kremalarının bu araştırmalardaki ürünlerden daha düşük sürülebilirlik değerleri göstermesinin nedeni, bileşiminde daha fazla yağ içeriyor olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Muz kremalarının yapışkanlık değerleri -36,92 ile -40,68 gs aralığında değişim göstermiştir. Kullanılan dolgu maddesi çeşidinin sürülebilirliğe benzer şekilde yapışkanlık üzerine de bir etkisi bulunmamıştır (p>0,05). Bununla birlikte en yüksek yapışkanlık MD kremasında gözlenirken en düşük yapışkanlığın MD-IN kremasında olduğu tespit edilmiştir (p>0,05).

Tekstürel özelliklerin değerlendirmesi yapıldığında istatistiksel bir farklılık olmamakla birlikte daha kıvamlı ve yapışkan bir yapı isteniyorsa formülasyonda maltodekstrinin, daha akışkan bir yapı isteniyorsa inülinin tercih edilebileceği sonucuna varılabilir.

4.4 Renk Özellikleri

Muz kremalarının renk özeklliklerine (L^*, a^* ve b^*) ait değerler Çizelge 4.4'te sunulmuştur. Muz kreması numunelerinin L^* (açıklık) değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Muz kremalarının L^* değerleri 76,52-77,17 aralığında değişim göstermiştir. Dolayısıyla, kullanılan dolgu maddesinin L^* değeri üzerinde bir etkisi yoktur (p>0,05).

Çizelge 4.4 Muz kremalarının renk özellikleri

	L*	***a****	***b****
MD	$77,17^{a} \pm 0,096$	$-3,62^{a} \pm 0,039$	$24,15^{a} \pm 0,283$
PD	$76,88^{a} \pm 0,686$	$-3,86^{a} \pm 0,174$	$24,21^{a} \pm 0,358$
IN	$76,88^{a} \pm 0,501$	$-3,62^{a} \pm 0,030$	$23,98^{a} \pm 0,368$
MD-PD	$76,52^{a} \pm 0,212$	$-3,54^{a} \pm 0,040$	$24,66^{a} \pm 0,001$
MD-IN	$76,79^{a} \pm 0,001$	$-3,44^{a} \pm 0,031$	$25,17^{a} \pm 0,494$
PD-IN	$76,65^{a} \pm 0,021$	$-3,50^{a} \pm 0,216$	$24,74^{a} \pm 0,235$

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

Muz kreması numunelerinin a^* değerleri arasında önemli bir farklılık yoktur (p>0,05). Muz kremalarının a^* değerleri -3,44 ile -3,86 aralığında değişim göstermiştir. Kullanılan dolgu maddesi çeşidinin kremanın a^* değeri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır (p>0,05).

Muz kreması örneklerinin b^* değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Muz kremalarının b^* değerleri 23,98-25,17 aralığında değişim göstermiştir. Kullanılan dolgu maddesinin kremanın b^* değeri üzerinde önemli bir etkisi gözlenmemiştir (p>0,05).

4.5 Duyusal Özellikler

Muz kremalarına ait duyusal özellik puanları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Muz kreması örneklerinin tat-aroma puanlarının 6,85 ile 7,37 aralığında olduğu gözlenmiştir. Krema örneklerinin tat-aroma puanları arasında bir farklılık gözlenmemiştir (p>0,05). Bununla birlikte tat-aroma puanlarının sıralaması PD-IN> MD-IN> PD> IN> MD> MD-PD şeklinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.5 Muz kremalarının duyusal puanları

Örnek Kodu	Tat-Aroma	Yapı-Tekstür	Renk-Görünüş
MD	$7,07^a \pm 0,07$	$4,24^a \pm 0,10$	$4,38^a \pm 0,05$
PD	$7,17^a \pm 0,17$	$4,09^a \pm 0,09$	$4,16^a \pm 0,02$
IN	$7,12^a \pm 0,46$	$4,29^a \pm 0,29$	$4,30^a \pm 0,13$
MD-PD	$6,85^a \pm 0,16$	$4,09^a \pm 0,09$	$4,16^a \pm 0,02$
MD-IN	$7,19^a \pm 0,48$	$4,47^a \pm 0,04$	$4,10^a \pm 0,24$
PD-IN	$7,37^a \pm 0,80$	$4,40^a \pm 0,11$	$4,16^a \pm 0,02$

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

Muz kreması örneklerinin yapı-tekstür puanlarının 4,09 ile 4,47 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Krema örneklerinin yapı-tekstür puanları arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Bununla birlikte yapı-tekstür puanlarının sıralaması MD-IN> PD-IN> IN> MD> PD = MD-PD şeklinde gerçekleşmiştir.

Muz kreması örneklerinin renk-görünüş puanlarının 4,10 ile 4,38 aralığında olduğu gözlenmiştir. Krema örneklerinin renk-görünüş puanları arasında bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Bununla birlikte renk-görünüş puanlarının sıralaması MD> IN> PD = MD-PD = PD-IN> MD-IN şeklinde gerçekleşmiştir.

Duyusal yönden krema numuneleri arasında önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen genel puanlar incelendiğinde MD-IN ve PD-IN numunelerinin biraz daha ön plana çıktığı söylenebilir.



Şekil 4.4 Muz kremalarına ait görüntüler

4.6 Muz Kremalarının Reolojik Özellikleri

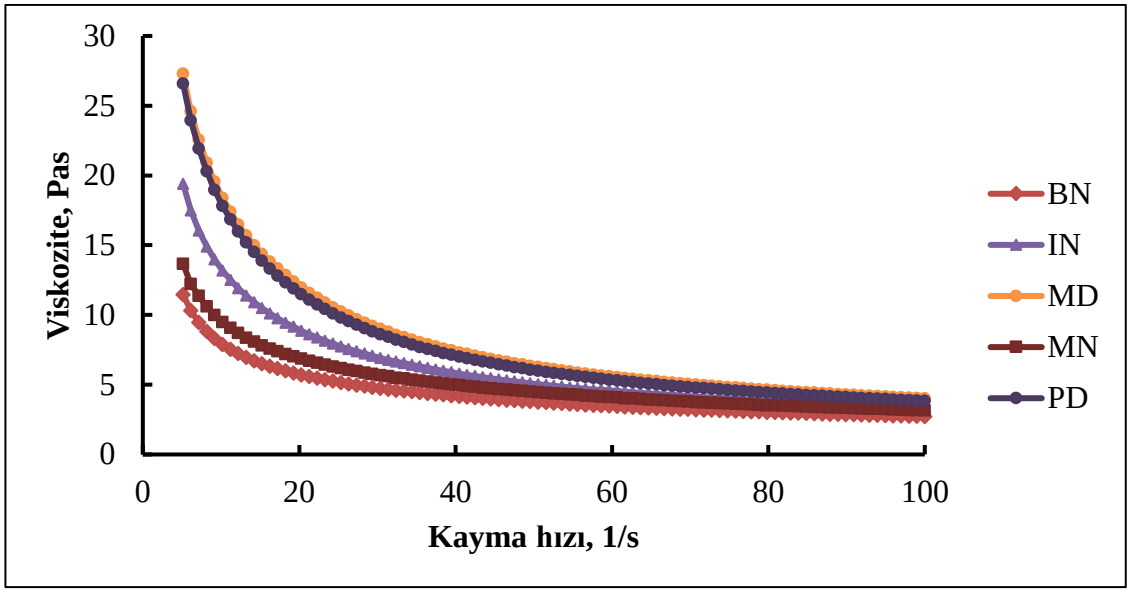
Muz kreması numunelerinin frekansa bağlı viskozite değişimini gösteren grafik, Şekil 4.5'te verilmiştir. Kayma hızına bağlı olarak değişen viskozite seviyeleri gözlendiğinde numunelerin hepsinde Newtonyen olmayan akış şekli görülmüştür. Yani kayma hızına bağlı olarak viskozite seviyeri azalma göstermiştir (Şekil 4.5).

Çizelge 4.6 Görünür viskozite ile Herschel Bulkley ve Casson model parametreleri

Herschel Bulkley model parametreleri					
	η_{app}	τ_0	k	n	R^2
IN	$4,58^{a} \pm 0,22$	$22,98^{b} \pm 2,92$	$21,36^{a} \pm 2,92$	$0,58^{a} \pm 0,02$	0,9994
MD	$4,99^{a} \pm 0,04$	$30,95^{c} \pm 3,15$	$26,66^{a} \pm 0,66$	$0,54^{a} \pm 0,01$	0,9987
PD	$4,91^{a} \pm 0,23$	$26,63^{bc} \pm 4,28$	$25,97^{a} \pm 3,54$	$0,55^{a} \pm 0,02$	0,9991
PD-IN	$5,58^{b} \pm 0,28$	$11,79^{a} \pm 2,00$	$45,90^{b} \pm 7,43$	$0,45^{b} \pm 0,03$	0,9992
MD-IN	$4,85^{a} \pm 0,46$	$23,30^{b} \pm 2,92$	$24,94^{a} \pm 6,19$	$0,56^{a} \pm 0,04$	0,9992
MD-PD	$4,99^{a} \pm 0,13$	$26,27^{bc} \pm 1,46$	$24,35^{a} \pm 0,56$	$0,57^{a} \pm 0,01$	0,9992

Casson model parametreleri				
Örnekler	τ_y	**N**	η_{pl}	R^2
IN	$58,41^{a} \pm 8,32$	$0,5 \pm 0,00^{a}$	$1,07^{cd} \pm 0,06$	0,9973
MD	$75,49^{b} \pm 3,33$	$0,5 \pm 0,00^{a}$	$0,95^{ab} \pm 0,04$	0,9962
PD	$70,73^{ab} \pm 9,54$	$0,5 \pm 0,00^{a}$	$1,00^{bc} \pm 0,06$	0,9964
PD-IN	$95,11^{c} \pm 11,89$	$0,5 \pm 0,00^{a}$	$0,89^{a} \pm 0,06$	0,9922
MD-IN	$65,89^{ab} \pm 14,84$	$0,5 \pm 0,00^{a}$	$1,06^{cd} \pm 0,06$	0,9967
MD-PD	$67,03^{ab} \pm 1,79$	$0,5 \pm 0,00^{a}$	$1,10^{d} \pm 0,05$	0,997

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



Şekil 4.5 Muz kreması örneklerinin viskozite eğrileri

Tüm bunlara ilaveten akış davranış indeksi (n) seviyelerinin 1'den düşük oluşu (0,45-0,58) örneklerin pseudoplastik akış tipine ait bulunduğunu bildirmektedir (Çizelge 4.6). Bu akış tipi sürülebilir ürünlerin değerlendirildiği bazı araştırmalarda da benzer şekilde ifade edilmiştir (Abbasi and Farzanmehr 2009, Li ve Liu 2019, Mieles-Gómez vd. 2021). Kurt (2013), *n* değerinin 0,6'dan düşük olması durumunda Newtonyen olmayan akış şeklinin önemli hale geldiğini belirtmiştir.

Numunelerde elde edilen akış davranış eğrilerine Herschel Bulkley ve Casson modelleri uygulanarak ortaya çıkan parametreler Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Korelasyon katsayısı (R^2) değerlerinin 0.98'den büyük olması hem Herschel Bulkley hem de Casson modellerin muz kreması örneklerine uygulanabileceğini göstermektedir. Literatürde bu modellerin yararlanıldığı çok fazla araştırma bulunmaktadır (Abbasi and Farzanmehr, 2009; Afoakwa vd. 2009; Fernandes vd. 2013; Sokmen and Gunes 2006).

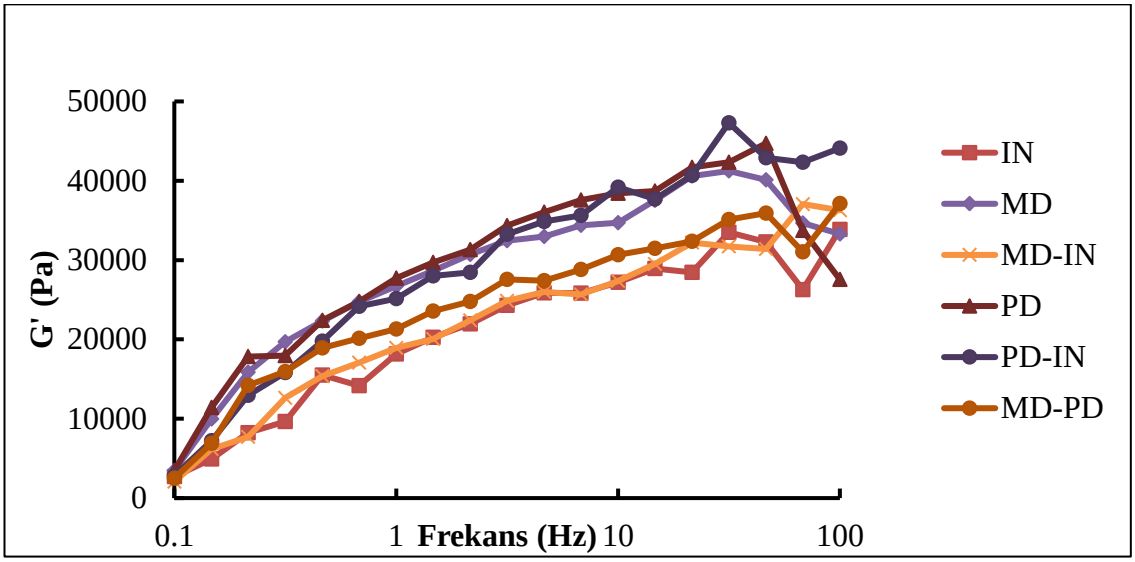
Muz kreması örneklerinin görünür viskozite (η_{app}) değerleri (50 s^{-1}) 4,58-5,58 Pa.s aralığında değişmektedir ve PD-IN örneği hariç istatiksel olarak önemli farklılık göstermemektedirler ($p>0.05$). Benzer şekilde Herschel-Belkley modeline göre viskozite değerinin karşılığı olan konsistens katsayısında da PD-IN örneği hariç örnekler arasında istatiksel olarak farklılık yoktur ($p>0.05$). Şeker ikamesi olarak PD,

MD ve IN'nin kullanıldığı bir çalışmada görünür viskozite değerleri (40 s^{-1}'de) 4,94-14,30 Pas arasında değişiklik göstermiştir ki bu değerler çalışmamızla uyumludur (Farzanmehr and Abbasi, 2009).

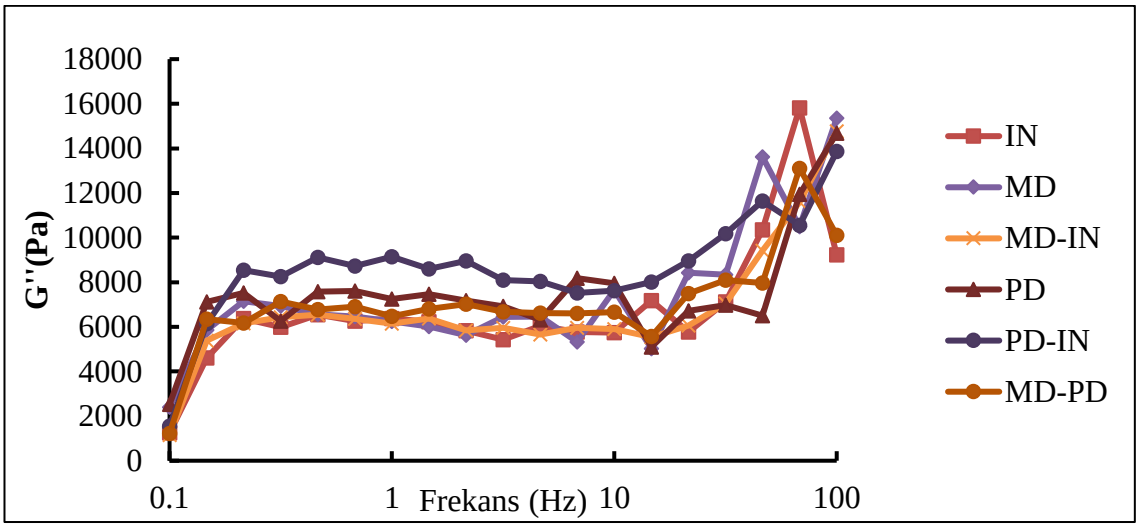
Çikolata akış davranış özellikleri, akma gerilimi (akışı başlatmak için gereken kuvvetin bir göstergesi) ve plastik viskozite (Newtonyen olmayan bir sıvıyı hareket halinde tutmak için gereken kuvvetin bir göstergesi) olarak bilinen iki viskozite parametresi ile tanımlanmaktadır (Aidoo, Afoakwa, & Dewettinck, 2014). Muz kreması formülasyonlarında akışı başlatmak için gerekli olan enerjinin göstergesi olan Casson kayma gerilimi (τ_y) en yüksek MD örneğinde iken hareket halinin devamlılığını sağlamak için gerekli enerjinin göstergesi olan plastik viskozite değerinin (η_{pl}) en yüksek olduğu örnek ise IN'dir.

Literatürde düşük kayma hızındaki viskozitenin ağızda hissedilen kıvam ile aynı zamanda Casson akma gerilimi (Aidoo vd. 2014) ile ilişkilendirilmesi, çalışmamızdaki IN örneğinin hem görünür viskozitede hem de Casson akma gerilimi değerinde en düşük değerlere sahip olması sonucu ile uyumludur. Ayrıca örnekler karşılaştırıldığında IN örneğinin yüksek Casson viskozite özeliği göstermesi yapılan bazı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir ki bu etki IN'nin düşük higroskopik yapısına dolayısıyla düşük su tutma kapasitesine bağlanmaktadır (Abbasi ve Farzanmehr, 2009). Yüksek Casson viskozite ile düşük Casson akma geriliminin sahip olduğu sistemlerin daha homojen yapılar olduğu belirtilmektedir (Lončarević vd. 2016). IN örneğinin partikül boyutu parametrelerinden d(0,9) değerinin de diğer örneklere göre daha yüksek olması bu sonuç ile ilişkilendirilebilir. Afoakwa *et al.* (2008) tarafından yapılan partikül boyutunun dark çikolata üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada da partikül boyutundaki artışın Casson viskozitesi üzerinde azalış meydana getirdiği bildirilmiştir. Hinneh *et al.* (2019) tarafından yapılan çalışmada yüksek kayma geriliminin partikül-partikül etkileşimine bağlı olduğunu ve bunun da küçük partikül boyutu ile sağlandığı bildirilmiştir. Buna göre tek çeşit dolgu maddesi içeren örnekler içerisinde MD örneğinin en düşük partikül boyutuna d(0,9) sahip olması partikül-partikül interaksiyonunu arttırdığından en yüksek Casson ve Herschel-Bulkley kayma gerilimi özelliği göstermesine neden olmuştur yorumu yapılabilir (Çizelge 4.6).

Muz kreması örneklerinin depolama (G′, elastik davranış) ve kayıp modülü (G″, viskoz davranış) değerlerinin frekansa bağlı grafikleri Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.6 Muz kreması örneklerinin depolama modülü (G′)



Şekil 4.7 Muz kreması örneklerinin kayıp modülü (G″)

Frekans artışı ile birlikte modül seviyelerinin de yükselmesi viskoelastik özelliklerin frekansa bağlı olduğunu göstermektedir (Kurt 2013). Bütün frekanslar süresince G′ seviyesi G″den daha fazla olmuştur. Bu da muz kreması numunelerinde elastik özelliğin

viskoz özellikten daha hâkim olduğunu segilemektedir. Sürülebilir ürün olarak çilek püresinin (Peinado *et al*. 2012), kakaolu fındık kremalarının (Aydemir 2019b, Glicerina *et al*. 2013), kakaolu keçiboynuzu kremasının (Aydemir *et al*. 2021) ve sürülebilir patlıcan pastasının (Mieles-Gómez *et al*. 2021) araştırıldığı çalışmalarda da G′ seviyeleri G″ seviyelerinden yüksek bulunmuştur.

4.7 Parçacık Boyut Dağılımı

Muz kreması örneklerinin PBD parametreleri ve karakteristik çapları Çizelge 4.7'da gösterilmiştir. PBD parametresi olarak d(0,1) değeri, numune hacminin %10'nunun bu değerden daha küçük parçacık boyutuna sahip olduğunu gösterir. Krema örneklerinde d(0,1) değerleri 0,49-1,08 µm aralığında değişim göstermiştir. PD kreması diğer muz kremalarından daha yüksek d(0,1) değeri gösterirken en düşük değeri MD-IN kreması vermiştir ($p>0,05$). Krema numunelerinin d(0,1) değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

PBD parametresi olarak d(0,5) değeri, numune hacminin %50'sinin bu değerden daha küçük parçacık boyutuna sahip olduğunu gösterir. Krema numunelerinde d(0,5) değerleri 3,89-6,86 µm aralığında bulunmuştur. En düşük değer MD-IN kremasında gözlenirken en yüksek değer MD-PD kremasında bulunmuştur ($p>0,05$). Kullanılan dolgu maddesi çeşidi kremaların d(0,5) değerleri üzerinde önemli bir farklılığa yol açmamıştır.

PBD parametresi olarak d(0,9) değeri, numune hacminin %90'nının bu değerden daha küçük parçacık boyutuna sahip olduğunu gösterir. Krema örneklerinin d(0,9) değerleri 20,24-39,49 µm aralığında değişim yaşamıştır. IN kreması en yüksek d(0,9) değerine sahip olurken MD kreması en düşük d(0,9) değerini göstermiştir ($p>0,05$). Muz kremaları arasında d(0,9) değeri bakımından önemli bir farklılık gözlenmemiş olup, kullanılan dolgu maddesi çeşidinin muz kremalarının d(0,9) değeri üzerine etkisiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$).

Muz numunelerinin D[3,2] değerleri 1,58 ile 2,60 μm aralığında değişim göstermiştir. PD kreması en yüksek D[3,2] değeri gösterirken MD-IN kreması en düşük D[3,2] değeri göstermiştir. Muz kremaları arasında D[3,2] değeri bakımından önemli bir farklılık gözlenmemiş olup, kullanılan dolgu maddesi çeşidinin muz kremalarının D[3,2] değeri üzerine etkisiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$).

Muz numunelerinin D[4,3] değerleri 7,77 ile 15,14 μm aralığında değişim göstermiştir. IN kreması en yüksek D[4,3] değeri gösterirken MD kreması en düşük D[3,2] değeri göstermiştir. Muz kremaları arasında D[4,3] değeri bakımından önemli bir farklılık gözlenmemiş olup, kullanılan dolgu maddesi çeşidinin muz kremalarının D[4,3] değeri üzerine etkisiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$).

Krema numunelerinin span değerleri birbirine yakın değerler göstermiştir ($p>0,05$). En yüksek span değeri PD kremasında gözlenirken, en düşük span değeri MD-PD kremasında bulunmuştur.

Çizelge 4.7 Muz kremalarının parçacık boyut dağılımı

Örnek Kodu	d(0,1)	d(0,5)	d(0,9)	D[3,2]	D[4,3]	Dağılım genişliği
MD	0,62[a] ± 0,04	4,34[a] ± 1,63	20,24[a] ± 2,87	1,86[a] ± 0,30	7,77[a] ± 1,30	4,98[a] ± 1,22
PD	1,08[a] ± 0,66	5,60[a] ± 3,44	28,76[a] ± 0,70	2,60[a] ± 1,43	10,80[a] ± 1,39	8,17[a] ± 5,26
IN	0,66[a] ± 0,02	5,60[a] ± 0,75	39,49[a] ± 7,90	2,16[a] ± 0,17	15,14[a] ± 2,92	6,86[a] ± 0,49
MD-PD	0,81[a] ± 0,08	6,86[a] ± 1,96	27,80[a] ± 7,98	2,56[a] ± 0,24	11,86[a] ± 3,46	3,93[a] ± 0,03
MD-IN	0,49[a] ± 0,07	3,89[a] ± 0,55	24,46[a] ± 5,75	1,58[a] ± 0,15	8,77[a] ± 1,75	6,08[a] ± 0,63
PD-IN	0,96[a] ± 0,23	4,29[a] ± 1,00	24,87[a] ± 1,72	2,52[a] ± 0,15	9,35[a] ± 1,02	5,79[a] ± 0,89

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

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasının asıl amacı sürülebilir nitelikte bir muz kreması formülasyonunu oluşturmaktı. Bu amaçla gerekli formülasyon oluşturulmuş ve altı farklı dolgu maddesi/hacim artırıcı madde kullanımının etkisi fiziksel, kimyasal, tekstürel, reolojik ve duyusal analizlerle incelenmiştir.

Muz kreması üretiminde dolgu maddesi/hacim artırıcı çeşidinin HYA değerleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). IN, PD-IN ve MD-IN kremaları MD, PD ve MD-PD kremalarından önemli derecede daha düşük HYA değerleri vermiştir ($p<0,05$). İnülinin, maltodekstrin ve polidekstroza göre yağ tutma kapasitesinin yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Muz kremalarında kullanılan dolgu maddeleri/hacim artırıcı maddelerin su aktivitesi değerleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). En düşük su aktivitesi değeri IN kremasında bulunurken, en yüksek su aktivitesi değeri PD kremasında tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Kullanılan dolgu maddesi çeşidinin sürülebilirlik üzerine bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$). MD kreması en yüksek sürülebilirlik değerini gösterirken en düşük sürülebilirlik değeri IN kremasında gözlenmiştir. Bunun anlamı IN kremasının sürülebilirliğinin daha kolay olduğudur. Kullanılan dolgu maddesi çeşidinin sürülebilirliğe benzer şekilde yapışkanlık üzerine de bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$). Bununla birlikte en yüksek yapışkanlık MD kremasında gözlenirken en düşük yapışkanlığın MD-IN kremasında olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Muz kreması numunelerinin L^* (açıklık), a^* ve b^* değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Bunun anlamı kullanılan dolgu maddesi çeşidinin muz kremalarının renk parametreleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığıdır ($p>0,05$).

Krema örneklerinin tat-aroma puanları arasında bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Krema örneklerinin yapı-tekstür puanları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

(p>0,05). Krema örneklerinin renk-görünüş puanları arasında bir farklılık gözlenmemiştir (p>0,05). Kullanılan dolgu maddesi çeşidinin muz kremalarının duyusal parametreleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı sonucu çıkmaktadır (p>0,05). Tüm bunlara rağmen genel puanlar incelendiğinde MD-IN ve PD-IN numunelerinin biraz daha ön plana çıktığı söylenebilir.

Krema numunelerinin d(0,1), d(0,5), d(0,9), D[3,2] ve D[4,3] değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Kullanılan dolgu maddesi çeşidi PBD parametreleri üzerine etkide bulunmamıştır (p>0,05).

Muz kreması örneklerinin görünür viskozite (n_{app}) değerleri arasında PD-IN örneği hariç istatiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (p>0.05). Benzer şekilde Herschel-Belkley modeline göre viskozite değerinin karşılığı olan konsistens katsayısında da (k) PD-IN örneği hariç örnekler arasında istatiksel olarak farklılık yoktur (p>0.05). Muz krema numunelerinde akışı başlatmak için gerekli olan enerjinin göstergesi olan Casson kayma gerilimi (τ_y) en yüksek MD örneğinde iken hareket halinin devamlılığını sağlamak için gerekli enerjinin göstergesi olan plastik viskozite değerinin (η_p) en yüksek olduğu örnek ise IN olmuştur. G′ değeri tüm frekans boyunca G″den daha yüksek bir değişim sergilemiştir. Bu durum muz kreması örneklerinde elastik özelliğin viskoz karakterden daha etkin olduğunu göstermektedir.

Tüm bu sonuçlar incelendiğinde kullanılan dolgu maddelerinin muz kremasının çoğu özellikleri yönünden benzer etkilere sahip olduğu görülmektedir. Yani altı farklı çeşit dolgu maddesinden herhangi biri kullanılarak muz kreması üretimi yapılabilir sonucu çıkmaktadır. Duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında tat-aroma yönünden kremaların hepsi “iyi” olarak değerlendirilmiştir. Yani yeni bir ürün olarak muz kreması pazarda yer bulma potansiyeline sahip olarak değerlendirilebilir. Özellikle yağ ayrılması değerinin düşük çıkması ve duyusal puanlarının nispeten yüksekliği dikkate alındığında ve ayrıca inülinin prebiyotik özelliği sebebiyle MD-IN ve PD-IN kremalarının diğerlerinden daha ön plana çıktığı sonucuna varılabilir.

İleriki çalışmalarda farklı dolgu maddeleri/hacim artırıcılarının kullanımı denenebilir. Ürünün uygun bir renklendirici kullanılarak albenisi arttırılabilir.

KAYNAKLAR

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., Fowler, M. and Vieira, J. 2008a. Characterization of melting properties in dark chocolates from varying particle size distribution and composition using differential scanning calorimetry. Food Research International, 41: 751–757.

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

Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M. and Vieira, J. 2008c. Effects of tempering and fat crystallisation behaviour on microstructure, mechanical properties and appearance in dark chocolate systems. Journal of Food Engineering, 89: 128–136.

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.

Akova, Siye'de Muz Ziraatinin Coğrafi Dağılışı ve Özellikleri" İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, ss. 1-40.

Alexander, J.R., 1992. Maltodextrins: Production, Properties and Applications in Starch Hydrolysis Products, Schenk E.W., Hebeda, R.E., New York.

Alexander, R. J., 1994, Carbohydrate used as fat replacer in Development in Carbohydrate Chemistry, ed. RJ Alexander and HF Zobel, American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnosota, MN, USA, 343-370.

Amevor, P. M., Laryea, D., and Barimah, J. 2018. Sensory evaluation, nutrient composition and microbial load of cashew nut–chocolate spread. Cogent Food and Agriculture, 4: 1480180.

Aryana, K. J., Resurreccion, A. V. A., Chinnan, M. S., and Beuchat, L. R. 2003. Functionality of palm oil as a stabilizer in peanut butter. Journal of Food Science, 68: 1301–1307.

Auerbach, M.H., Craig, S.A.S., Howllet, J.F. and Hayes, K.C. 2007. Caloric availability of polydextrose. Nutr. Rev, 65: 544–549.

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

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

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., Sarıcaoğlu, F. T. and Atalar, İ. 2021. 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.

Aydın, S. and Özdemir, Y. 2017. Development and characterization of carob flour based functional spread for increasing use as nutritious snack for children. Journal of Food Quality, article ID 5028150.

Basıc- Bureau for Appraisal Social Impacts for Citizen Information 2015. Banana value chains in Europe and the consequences of Unfair Trading Practices, http://www.makefruitfair.org/wpcontent/uploads/2015/11/banana_value_chain_research_FINAL_WEB.pdf, Erişim Tarihi: 22.05.2016.

Campbell, L. A., Ketelsen, S. M. and Antenucci, R. N., 1994, Formulating oatmeal cookies with calorie-sparing ingredients, Food technology (Chicago), 48: 98-105.

Chia Cl, Huggins Ca 2003. Bananas. Community Fact Sheet Ba-3(A) Fruit. Hawaii Cooperative Extension Service, Ctahr, University Of Hawaii.

Glicerina, V., Balestra, F., Pinnavaia, G. G., Rosa, M. D. and Romani, S. 2013. Rheological characteristics of nut creams realized with different types and amounts of fats. Journal of Food Quality, 36: 342-350.

Goula, A. M. and Adamopoulos, K. G., 2008, Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: I. drying kinetics and product recovery, Drying Technology, 26: 714-725.

Gübbük, H., Altınkaya, L., Balkıç, R., 2018. Banana: a very profitable tropical crop for Turkey. Chronica Horticulturae, 57: 20-25.

Hermann G 1997. Adding Value To Bananas. Food Chain, 21: 7.

Huyghebaert, A., Dewettinck, K., Greyt, W., 1996, Fat Replacers, Bulletin of the IDF, 317: 10-15.

Kadivec, M., Tijskens, L. M.M., Kopjar, M., Simčič, M., Požrl, T. 2016. Modelling the colour of strawberry spread during storage, including effects of technical variations. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 66: 271–276.

Karaşahin, Z. 2013. Bazı hasat sonrası uygulamaların anamur muzunun raf ömrü süresince enzimatik ve pomolojik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, 63 sayfa, Adana.

Koçer, D., 1999, Use of Polydextrose as a Sugar- and Fat-Replacer in High-Ratio Cakes, MSc Thesis, Middle East Technical University, 97 sayfa.

Kozak B. 2003. Muz Yetiştiriciliği. 2. Baskı, Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Anamur Ziraat Odası Yayını.

Kurt A. 2013. Salep Glukomannanın Film Oluşturma Özellikleri ve Emülsiyon Stabilitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondoukuz Mayıs Üniversitesi, 108 sayfa, Samsun.

Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Zarić, D., Sakaič, M., Torbica, A., Lloyd, D. M., and Omorjan, R. 2016. The impact of sunflower and rapeseed lecithin on the rheological properties of spreadable cocoa cream. Journal of Food Engineering, 114: 70–74.

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.

Muz, Haziran-2021, Tarım Ürünleri Piyasa Raporu, TEPGE.pdf (tarimorman.gov.tr)

Niness, K. R. 1999. Inulin and oligofructose: what are they? The Journal of Nutrition, 129:1402–1406.

Öztürk H. H. 2003. İklim Koşullarının Sera Tasarımına Etkisi. Alatarım 2: 40–44.

Öztürk, H.H., Başçetinçelik, A. 2002. Seralarda Havalandırma. Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Yayın No.227, Ankara, ISBN 975-8629-15-8.

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

Peinado I, Rosa E, Heredia A, et al. 2013. Optical, mechanical and sensorial properties of strawberry spreadable products formulated with isomaltulose. Food Bioprocess Technology, 6: 2353-2364.

Peinado I, Rosa E, Heredia A, et al. 2015. Use of isomaltulose to formulate healthy spreadable strawberry products. Application of response surface methodology. Food Bioscience, 9, 47-59.

Peinado I, Rosa E, Heredia A, et al. 2016. Influence of storage on the volatile profile, mechanical, optical properties and antioxidant activity of strawberry spreads made with isomaltulose. Food Bioscience, 14, 10-20.

Racolta, E., Muste, S., Mureşan, A. E., Mureşan, C., Bota, M., and Mureşan, V. 2014. Characterization of confectionery spreadable creams based on roasted sunflower kernels and cocoa or carob powder. Bulletin UASVM Food Science and Technology, 71: 62–67.

Radočaj, O., Dimic, E., Diosady, L. L., and Vujasinovic, V. 2011. Optimizing the texture attributes of a fat-based spread using instrumental measurements. Journal of Texture Studies, 42: 394–403.

Robinson, J.C., 1999. Bananas and Plantains. CABI Publishing, UK. ISBN: 0851989853.

Sarfarazi, M. & 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: 1568–1581.

Sarıdaş, M.A., Paydaş Kargı, S., Bayıroğlu, B.M., Yağ, Ş. 2017. Türkiye muz yetiştiriciliği için yeni bir ekoloji. Yyü Tar. Bil. Derg., 27: 370-377.

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: 605–616.

Shakerardekani A., Karim, R., Ghazali, H. M., and Chin, N. L. 2013. Development of pistachio (Pistacia vera L.) spread. Journal of Food Science, 78: 485–489.

Sökmen, A. and Güneş, G. 2006. Influence of some bulk sweetners on rheological properties of chocolate. LWT- Food Science and Technology, 39: 1053-1058.

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

Uysal, Ö. 2010. "Antalya İlinde Muz Üretim Maliyetlerinin Belirlenmesi ve Muz Üretiminin Ekonomik Analizi", TUİK Uzmanlık Tezi.

Vetter, J. L., Sutton, T. and Blockcolsky, D., 1986, Effect of sweetener syrups on quality characteristic.

Ziaolhagh, S. H., Tehrani, M. M., Razavi, S. M. A, Rashidi, H. 2017. Roasting Process Optimization of walnut kernels for the preparation of walnut cream using response surface methodology. Journal of Nuts 8: 31–40.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Sefa Merve TANDOĞAN YILMAZ

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	2018-Halen
Lisans	Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	2012-2015
Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	2015-2017
Lise	Çubuk Yıldırım Beyazıt Anadolu Lisesi	2008-2012

İş Deneyimi

Yıl	Kurum	Görev
2021	Kyk Fatma Hanım kız yurdu	İşletici vekili
2018	Şamama yemek şirketi	İşletici vekili
2018	28. Mekanize Tug. Kom. yemekhanesi	Gıda mühendisi