



**POĞAÇA ÜRETİMİNDE YAĞ İKAME MADDESİ
OLARAK OLEOJEL KULLANIMI**

Ebubekir KARAMAN

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**POĞAÇA ÜRETİMİNDE YAĞ İKAME MADDESİ OLARAK OLEOJEL
KULLANIMI**

(Use of Oleogel as Fat Replacement in Pogaca Production)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ebubekir KARAMAN

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU

Erzurum
Ocak, 2025

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Ebubekir KARAMAN tarafından hazırlanan “Poğça Üretiminde Yağ İkame Maddesi Olarak Oleojel Kullanımı” başlıklı çalışması 20/01/2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ
Akdeniz Üniversitesi

Aslı Islak İmzalıdır

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU
Atatürk Üniversitesi

Aslı Islak İmzalıdır

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Yeşim BEDİR
Atatürk Üniversitesi

Aslı Islak İmzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU danışmanlığında sunulan “Poğça Üretiminde Yağ İkame Maddesi Olarak Oleojel Kullanımı” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	9	30
Kuramsal Temeller	1	30
Materyal ve Metot	18	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	11	20
Sonuçlar ve Öneriler	1	20
Tezin Geneli	15	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Ebubekir KARAMAN	Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, bu çalışmanın düzenlenmesi, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde bana yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımın gerçekleştirilmesinde zamanını ayırarak katkı sağlayan ve değerli bilgi ve deneyimlerini bana aktaran Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yeşim BEDİR'e ve yine laboratuvar çalışmalarım sırasında desteklerini gördüğüm Sayın Aslıhan HANOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez çalışmam ve hayatımın her döneminde desteğini esirgemeyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğr. Üyesi Sayın Prof. Dr. Emin YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak hayatım boyunca bana destek olan ve eğitim hayatımda önemli yeri olan annem, babam ve kardeşlerime, bu süreçte büyük sabır ve fedakârlık gösteren sevgili eşim ve biricik kızlarıma tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Ebubekir KARAMAN

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

POĞAÇA ÜRETİMİNDE YAĞ İKAME MADDESİ OLARAK OLEOJEL KULLANIMI

Ebubekir KARAMAN

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU

Amaç: Bu çalışmada, poğaçanın üretiminde kullanılan katı yağ (şortening) yerine yağ ikame maddesi olarak oleojellerin kullanım imkânları araştırılmıştır. Çalışmada oleojellerin poğaçanın formülasyonuna kısmen ya da tamamen ilavesi ile doymuş yağ içeriğinin azaltılması hedeflenmiştir.

Yöntem: Ayçiçek yağı ve fındık yağına jelleştirici madde olarak %10 seviyesinde balmumu ve monostearat eklenerek oleojeller üretilmiştir. Üretilen oleojeller formülasyonda şortening yerine %50 ve %100 oranlarında ikame edilerek poğaçanın üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen oleojel örneklerinde yağ bağlama kapasitesi, renk, tekstür ve reoloji analizleri yapılmıştır. Poğaçanın hamuru örneklerinde ise tekstürel analizler ve reolojik analizler yapılmıştır. Taze poğaçanın örneklerinde ağırlık, spesifik hacim ve duyusal analizler yapılmıştır. Ayrıca poğaçanın örnekleri depolanarak, farklı depolama periyotlarında (1., 5., ve 7. gün) dokusal özellikler bakımından incelenmiştir.

Bulgular: Poğaçanın örneklerine katı yağ yerine farklı sıvı yağlar (ayçiçek ve fındık) ve farklı jelleştirici maddeler ile üretilen oleojellerin %50 oranında ilavesi sertlik, kohesivlik, elastikiyet değerlerini artırıcı; delme kuvveti, delme işi ve yapışma işi değerlerini düşürücü yönde etkili olmuştur. Poğaçanın örneklerine katı yağ yerine %100 oranında oleojel ikamesi ayçiçek yağı-balmumu (AYB) oleojeli hariç sertlik, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve delme işi değerlerini düşürücü yönde etkili olmuştur. Genel olarak örnek çeşidi ve depolama süresi, elde edilen parametreler üzerinde istatistiksel olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Duyusal analizlerde genel beğeni değerlerine göre %50 ve %100 oranında katı yağ yerine ikame edilen oleojellerden üretilen tüm poğaçanın örnekleri, kontrol örneğine göre yüksek beğeni puanı almıştır. Aynı beğeni puanını alan %50 AYB ve %50 FYM (fındık yağı-monostearat) oleojeli ile üretilen poğaçanın örnekleri en beğenilen örnekler olmuştur.

Sonuç: Poğaçanın üretiminde katı yağ yerine oleojel ikamesi poğaçaların viskoelastik özelliklerini olumlu etkilemiştir. Depolama süresi boyunca bu özellikler farklı şekillerde etkilenmişlerdir. Duyusal olarak panelistler oleojel ikameli poğaçanın örneklerini, kontrol örneğine göre tercih ederek yüksek puanlama yapmışlardır. Örnekler üzerinde yapılan analizlere bakıldığında kontrol örneğine en yakın ya da daha çok beğenilen örneklerin katı yağın %50 oleojel ikameli örnekler olduğu belirlenmiştir. Katı yağ yerine tamamen oleojel ikamesinden ziyade %50 oranında katı yağ-oleojel karışımının daha tercih edilebilir bir yaklaşım olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak poğaçanın üretiminde oleojel kullanımının üründe istenilen kaliteyle birlikte üstün besin değeri sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: poğaçanın, oleojel, balmumu, monostearat, ayçiçek yağı, fındık yağı

Ocak 2025, 95 sayfa

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

USE OF OLEOGEL AS FAT REPLACEMENT IN POGACA PRODUCTION

Ebubekir KARAMAN

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU

Purpose: In this study, the possibility of replacement of oleogels for shortenings in pogaca production was investigated. The aim was to reduce the saturated fat content by partially or complete usage of oleogels in the pogaca formulation.

Method: Oleogels were prepared by adding 10% beeswax and monostearate as gelling agents to sunflower and hazelnut oils. Pogaca production was carried out by substituting the produced oleogels in the formulation at 50% and 100% rates instead of the bakery shortening. Oil binding capacity, color, texture and rheological analyses were performed on the produced oleogel samples. Further, textural and rheological analyses were performed on the pogaca dough samples. Weight, specific volume and sensory analyses were conducted on fresh pogaca samples. Additionally, pogaca samples were stored and examined in terms of textural properties at different storage periods (1st, 5th, and 7th day).

Findings: Replacement of oleogels prepared with two oils (sunflower and hazelnut) and two oleogelators at 50% total fat level for shortening increased the hardness, cohesiveness and elasticity values, and reduced the drilling force, drilling work and adhesion work values. Full substitution of oleogels instead of shortening in pogaca samples was effective in reducing the hardness, chewiness, gumminess and drilling values, except sunflower oil-beeswax (AYB) oleogel. In general, sample type and storage time had a statistically significant effect on the obtained parameters ($p < 0.01$). According to the general liking values in sensory analyses, all pogaca samples produced from oleogels substitution with 50% and 100% of shortening received higher liking scores compared to the control sample. The pogaca samples produced with 50% AYB and 50% FYM (hazelnut oil-monostearate) oleogel, which received the same appreciation score, were the most liked samples.

Results: Replacement of oleogels for shortening in pogaca production positively affected the viscoelastic properties of pogacas. These properties were affected in different ways during the storage period. Sensory data indicated that, the panelists preferred the oleogel-including pogaca samples over the control sample and gave them higher scores. When the analyses performed on the samples were examined, it was determined that the samples closest to the control sample or more liked were the samples with 50% oleogel replacement to the shortening. It was determined that a 50% shortening-oleogel mixture is a more preferable approach rather than a complete replacing of shortening with oleogel. In conclusion, the usage of oleogel in pogaca production provides superior nutritional value with the desired quality in the product.

Keywords: pogaca, oleogel, beeswax, monostearate, sunflower oil, hazelnut oil

January 2025, 95 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xv
GİRİŞ.....	1
Poğaçı	1
Oleojel	2
KURAMSAL TEMELLER.....	5
MATERYAL VE METOT	11
Materyal	11
Metot	11
Oleojel hazırlama	11
Poğaçı üretimi.....	11
Oleojel örneklerinde yapılan analizler	13
Oleojel örneklerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi.....	14
Delme testi	14
İleri ekstrüzyon testi.....	15
Sürülebilirlik testi.....	15
Oleojel örneklerinin reolojik özelliklerinin belirlenmesi.....	16
Unda Yapılan Analizler.....	17
Kimyasal analizler.....	17
Fizikokimyasal analizler	17
Farinograf özellikleri.....	17
Poğaçı Hamurunda Yapılan Analizler.....	17
Tekstürel analizler.....	17
Reolojik analizler	19
Poğaçıda Yapılan Analizler	20

Poğaç örneklerinde ağırlık ölçümü	20
Poğaç örneklerinde spesifik hacim ölçümleri	20
Poğaç örneklerinde renk analizi	20
Poğaç örneklerinde tekstür profil analizi (TPA)	20
Poğaç örneklerinde delme testi.....	21
Poğaçanın duysal özelliklerinin belirlenmesi.....	22
İstatistiksel Analiz.....	22
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	23
Poğaç Üretiminde Kullanılan Unun Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri.....	23
Poğaç Üretiminde Kullanılan Oleojellerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	23
Oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesi	23
Oleojellerin örneklerinin renk değerleri.....	24
Oleojel örneklerinin tekstürel özelliklerinin	26
Oleojeller örneklerinin reolojik özellikleri.....	32
Poğaç Hamur Örneklerinin Tekstürel Özellikleri	38
Uzayabilirlik testi değerleri.....	38
Poğaç örneklerinde ağırlık ve spesifik hacim değerleri	45
Poğaç örneklerinde renk analiz sonuçları.....	47
Poğaç örneklerinde TPA (tekstür profil analizi) değerleri	50
Poğaç örneklerinde delme testi değerleri	56
Poğaç örneklerinde duysal analiz değerleri.....	60
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR.....	72
EKLER	77
EK-1. Duysal Analizde Kullanılan Test Formu.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	78

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Poğça Üretiminde Kullanılan Formülasyon	12
Tablo 2. Poğça Formülasyonunda Katı Yağ Azaltma ve Oleojel Ekleme Oranları.....	13
Tablo 3. Delme Testinin Yürütüldüğü Koşullar	14
Tablo 4. İleri Ekstrüzyon Testinin Yürütüldüğü Koşullar	15
Tablo 5. Sürülebilirlik Testinin Yürütüldüğü Koşullar	15
Tablo 6. Uzayabilirlik Testinin Yürütüldüğü Koşullar.....	18
Tablo 7. Yapışkanlık Testinin Yürütüldüğü Koşullar.....	18
Tablo 8. TPA Analizinin Yürütüldüğü Koşullar	21
Tablo 9. Poğçada Delme Testinin Yürütüldüğü Koşullar	21
Tablo 10. Poğça Üretiminde Kullanılan Unun Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri.....	23
Tablo 11. Oleojel Örneklerinde Yapılan Yağ Bağlama Kapasitesi (%) Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	23
Tablo 12. Oleojel Örneklerinde Yapılan Yağ Bağlama Kapasitesi (%) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	24
Tablo 13. Kontrol Yağ Örneği ve Farklı Oleojellere Ait L , a , b Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	24
Tablo 14. Kontrol Yağ Örneği ve Farklı Oleojellere Ait L , a , b Renk Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	25
Tablo 15. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Delme Testi Sonuçlarından Elde Edilen Delme Kuvveti, Delme Enerjisi ve Sertlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	26
Tablo 16. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Delme Testi Sonuçlarından Elde Edilen Delme Kuvveti, Delme Enerjisi ve Sertlik Değeri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	26
Tablo 17. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Ekstrüzyon Testi Sonuçlarından Elde Edilen Ekstrüzyon Kuvveti ve Ekstrüzyon İş Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	28
Tablo 18. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Ekstrüzyon Testi Sonuçlarından Elde Edilen Ekstrüzyon Kuvveti ve Ekstrüzyon İş Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	29

Tablo 19. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Sürülebilirlik Testi Sonuçlarından Elde Edilen Kayma İşi, Yapışkanlık ve Adhezyon İşi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	30
Tablo 20. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Sürülebilirlik Testi Sonuçlarından Elde Edilen Kayma İşi, Yapışkanlık ve Adhezyon İşi Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	30
Tablo 21. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Hamuru Örneklerinde Yapılan Uzayabilirlik Analizi Sonucu Elde Edilen Hamur Direnci, Uzama Kabiliyeti ve Hamur Enerjisi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	38
Tablo 22. Poğaç Hamuru Örneklerinin Uzayabilirlik Testi Sonuçlarından Elde Edilen Hamur Direnci, Uzama Kabiliyeti ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	38
Tablo 23. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Hamuru Örneklerinde Yapılan Yapışkanlık Analizi Sonucu Elde Edilen Yapışma Kuvveti, Adhezyon İşi ve Uzama Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	40
Tablo 24. Poğaç Hamuru Örneklerinin Yapışkanlık Testi Sonuçlarından Elde Edilen Yapışma Kuvveti, Adhezyon İşi ve Uzama Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	41
Tablo 25. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Hamuru Örneklerinde Yapılan Reoloji Analizi Sonucu Elde Edilen a ve p Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	43
Tablo 26. Poğaç Hamuru Örneklerinin Reoloji Testi Sonuçlarından Elde Edilen a ve p Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ve R ² Değerleri	43
Tablo 27. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Örneklerinde Yapılan Ağırlık ve Hacim Ölçümleri Sonucu Elde Edilen Ağırlık ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	45
Tablo 28. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Örneklerinde Yapılan Ağırlık ve Hacim Ölçümleri Sonucu Elde Edilen Ağırlık ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	45
Tablo 29. Katı yağ ve Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaç Örneklerinin Kabuk ve İç Kısımlarının L, a, b Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	47

Tablo 30. Katı yağ ve Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaçâ Örneklerinin Kabuk ve İç Kısımlarının <i>L</i> , <i>a</i> , <i>b</i> Renk Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	47
Tablo 31. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaçâ Örneklerinde 1., 5. ve 7. Günlerde Yapılan TPA Analizi Sonucu Elde Edilen Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet, Çiğnenebilirlik ve Sakızımsılık Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	50
Tablo 32. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaçâ Örneklerinde 1., 5. Ve 7. Günlerde Yapılan TPA Analizi Sonucu Elde Edilen Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet, Çiğnenebilirlik ve Sakızımsılık Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	51
Tablo 33. Örnek Çeşidi Değişkeninin Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet, Çiğnenebilirlik ve Sakızımsılık Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	51
Tablo 34. Depolama Süresi Değişkeninin Sertlik, Yapışkanlık, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	52
Tablo 35. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaçâ Örneklerinde 1., 5. ve 7. Günlerde Yapılan Delme Analizi Sonucu Elde Edilen Delme Kuvveti, Delme İşi ve Yapışma İşi Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	56
Tablo 36. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaçâ Örneklerinde 1., 5. Ve 7. Günlerde Yapılan Delme Analizi Sonucu Elde Edilen Delme Kuvveti, Delme İşi ve Yapışma İşi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	57
Tablo 37. Örnek Çeşidi Değişkeninin Delme Kuvveti, Delme İşi ve Yapışma İşi Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	57
Tablo 38. Depolama Süresi Değişkeninin Delme Kuvveti, Delme İşi ve Yapışma İşi Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	57
Tablo 39. Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaçâ Örneklerinin Duyusal Analiz Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	60
Tablo 40. Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaçâ Örneklerinin Duyusal Analiz Sonucu Elde Edilen Dış Görünüş, Kabuk Rengi, Gözenek Yapısı, İç Renk ve Puf Yapı Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	60

Tablo 41. Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaçâ Örneklerinin Duyusal Analiz Sonucu	
Elde Edilen Sertlik, Ağz Hissi, Lezzet ve Genel Beğeni Değçerlerine Ait	
Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	63



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Fındık yağı-monostearat (FYM) oleojeli, fındık yağı-balmumu (FYB) oleojeli, ayçiçek yağı-monostearat (AYM) oleojeli, ayçiçek yağı-balmumu (AYB) oleojeli	11
Şekil 2. Poğaçı üretiminde kullanılan üretim akış şeması	12
Şekil 3. Farklı oranlarda katı yağ ve oleojellerle hazırlanmış poğaçı örnekleri	13
Şekil 4. Delme testi	14
Şekil 5. Ekstrüzyon testi	15
Şekil 6. Sürülebilirlik testi	16
Şekil 7. Uzayabilirlik testi	18
Şekil 8. Yapışkanlık testi	19
Şekil 9. TPA analizi	21
Şekil 10. Poğaçı delme testi	22
Şekil 11. Katı yağ ve oleojel örneklerine ait L, a, b renk değerindeki değişim	25
Şekil 12. Katı yağ ve oleojel örneklerinin delme kuvveti değerlerindeki değişim	27
Şekil 13. Katı yağ ve oleojel örneklerinin delme enerjisi değerlerindeki değişim	27
Şekil 14. Katı yağ ve oleojel örneklerinin sertlik değerlerindeki değişim	28
Şekil 15. Katı yağ ve oleojel örneklerinin ekstrüzyon kuvveti değerlerindeki değişim	29
Şekil 16. Katı yağ ve oleojel örneklerinin ekstrüzyon işi değerlerindeki değişim	29
Şekil 17. Katı yağ ve oleojel örneklerinin kayma işi değerlerindeki değişim	31
Şekil 18. Katı yağ ve oleojel örneklerinin yapışkanlık değerlerindeki değişim	31
Şekil 19. Katı yağ ve oleojel örneklerinin adhezyon işi değerlerindeki değişim	32
Şekil 20. Balmumu oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol şortening örneğinin frekans tarama grafiği	32
Şekil 21. Monostearat oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol (katı yağ) örneğinin frekans tarama grafiği	33
Şekil 22. Balmumu oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol (katı yağ) örneğinin zaman-tarama testi grafiği	34
Şekil 23. Monostearat oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol (katı yağ) örneğinin zaman-tarama testi grafiği	35
Şekil 24. Balmumu oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol (katı yağ) örneklerinin sıcaklık rampa testi grafikleri	36

Şekil 25. Monostearat oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol (katı yağ)	
örneklerinin sıcaklık rampa testi grafikleri.....	37
Şekil 26. Poğaçı hamuru örneklerinin hamur direnci değerlerindeki değişim	39
Şekil 27. Poğaçı hamuru örneklerinin uzama kabiliyeti değerlerindeki değişim	39
Şekil 28. Poğaçı hamuru örneklerinin hamur enerjisi değerlerindeki değişim.....	40
Şekil 29. Poğaçı hamuru örneklerinin yapışma kuvveti değerlerindeki değişim	41
Şekil 30. Poğaçı hamuru örneklerinin adhezyon işi değerlerindeki değişim.....	42
Şekil 31. Poğaçı hamuru örneklerinin uzama değerlerindeki değişim	42
Şekil 32. Poğaçı Hamuru Örneklerinin a (Pa.s) Değerlerindeki Değişim	44
Şekil 33. Poğaçı hamuru örneklerinin p değerlerindeki değişim.....	44
Şekil 34. Poğaçı örneklerinin ağırlık değerlerindeki değişim	46
Şekil 35. Poğaçı örneklerinin spesifik hacim değerlerindeki değişim.....	46
Şekil 36. Poğaçı örneklerinin L (kabuk), a (kabuk) ve b (kabuk) renk değerlerindeki değişim	48
Şekil 37. Poğaçı örneklerinin L (iç), a (iç) ve b (iç) renk değerlerindeki değişim	49
Şekil 38. Poğaçı örneklerinin sertlik değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu	52
Şekil 39. Poğaçı örneklerinin kohesivlik değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu	53
Şekil 40. Poğaçı örneklerinin elastikiyet değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu	54
Şekil 41. Poğaçı örneklerinin çignenebilirlik değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu	55
Şekil 42. Poğaçı örneklerinin sakızimsılık değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu	55
Şekil 43. Poğaçı örneklerinin delme kuvveti değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu	58
Şekil 44. Poğaçı örneklerinin delme işi değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu	59
Şekil 45. Poğaçı örneklerinin yapışma işi değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu	59
Şekil 46. Poğaçı örneklerinin duysal analizine ait dış görünüş puanlaması değişimi	61
Şekil 47. Poğaçı örneklerinin duysal analizine ait kabuk rengi puanlaması değişimi.....	61
Şekil 48. Poğaçı örneklerinin duysal analizine ait gözenek yapısı puanlaması değişimi	62
Şekil 49. Poğaçı örneklerinin duysal analizine ait iç renk puanlaması değişimi.....	62

Şekil 50. Poğaçā örneklerinin duyusal analizine ait puf yapı puanlaması değışimi.....	63
Şekil 51. Poğaçā örneklerinin duyusal analizine ait sertlik puanlaması değışimi.....	64
Şekil 52. Poğaçā örneklerinin duyusal analizine ait ağız hissi puanlaması değışimi.....	64
Şekil 53. Poğaçā örneklerinin duyusal analizine ait lezzet (tat ve koku) puanlaması değışimi	65
Şekil 54. Poğaçā örneklerinin duyusal analizine ait genel beğeni puanlaması değışimi	65



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
<i>a</i>	: (+a) Kırmızı, (-a) Yeşil Renk Değeri
<i>b</i>	: (+b) Sarı, (-b) Mavi Renk Değeri
cm	: Santimetre
CMP	: Keçiboynuzu Pekmezi Posası Unu
D70-D90	: Demineralize
dk	: Dakika
E	: Erkek
g	: Gram
Hz	: Hertz, frekans birimi
K	: Kadın
<i>L</i>	: Açıklık-Koyuluk Renk Değeri
LDL	: Low Density Lipoprotein
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
rad	: Radyan
s	: Saniye
TPA	: Tekstür Profil Analizi

GİRİŞ

Poğaç

Poğaç, İtalyanca da ‘‘kölde pişirilmiş hamurlar’’ anlamına gelen *focaccia* kelimesinden Türkçemize geçmiştir. Türk Dil Kurumuna ait Büyük Sözlükte ise içine kıyma, peynir vb. eklenerek yapılan bir yiyecek olarak tanımlanmıştır (Anonim 2010). İlk defa Osmanlı dönemi 1546-1595 yılları arasında Hafız Mustafa tarafından hazırlanmış bir çörektir. III. Murat zamanında poğaç önemli misafirler için hazırlanmış ve bohça olarak adlandırılmıştır (Haydaroglu 2009). Poğaç formülasyonunda un, maya, katı yağ, şeker, tuz ve yumurta yer alır. Şekil verme aşamasında içerisine çoğunlukla zeytin, beyaz peynir ve kaşar peynir konularak çeşitli şekillerde üretilir.

Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırmaları (2017) raporuna göre 15-18 yaş grubunda kahvaltı yapma sıklığı %67,6 (E: %72,9, K: %62,3), 19-50 yaş grubunda %82,9 (E: %80,7, K: %85,2), 51-64 yaş grubunda %93,2 (E: %92,2, K: %94,3), 65 ve üzeri yaş grubunda %96,4’tür (E: %96,2, K: %96,6) (Anonim 2017). Günümüzde beslenme alışkanlıkları, değişen yaşam tarzlarıyla birlikte değişmiş, hazır tüketime uygun gıdaların önemi artmıştır. Türkiye’de ekmek tüketiminden sonra en fazla tüketilen unlu mamul poğaçdır. Beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencilerinin kahvaltı alışkanlıkları hakkında yapılan bir çalışmaya göre, ülkemizde poğaç tüketim oranının %12,5 ile %34,7 arasında olduğunu belirlenmiştir (Sevindi ve Yılmaz 2007, Ünsal 2008, Güleç ve Yabancı 2008).

Poğaç formülasyonunda katı yağ içeriği %40-50 oranlarında olduğundan dolayı sık tüketildiğinde obezite, kalp damar sağlığı, yüksek kolesterol gibi hastalıklara neden olabileceği bildirilmiştir (Akoh 1998). Ayrıca yüksek oranlarda katı yağ tüketimi kanser, safra kesesi hastalıkları ve insülin dengesi üzerinde de etkilidir (Hahn 1997). Beslenmenin en temel öğelerinden biri olan yağların vücutta çeşitli işlevleri vardır. Esansiyel yağ asitleri ve yağda çözünen vitaminleri taşımakla görevli olan yağlar, günlük enerjinin büyük bir kısmını karşılamaktadır. Ayrıca, yağlar gıdalarda önemli bir bileşen olarak lezzete katkı sağlamakla birlikte; tat, aroma, ağız hissi ve kokunun birlikte taşınmasını da sağlarlar (Taş 2005). Dünya Sağlık Örgütü ve Amerika Kanseri Cemiyeti gibi önemli kuruluşların yaptığı açıklamalara göre diyetle birlikte yağ alımından dolayı kazanılan enerji, toplam kazanılan enerjinin %30’undan fazla olmamalıdır. Günümüzde insanların beslenme alışkanlıklarını değiştirme zorluğundan dolayı yağ tüketimi bu sınırın çok üzerindedir (Hahn 1997).

Katı yağlar, sıvı yağlara göre çeşitli işleme avantajları nedeniyle fırın ürünlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Spesifik olarak yüksek erime noktaları ve plastisiteye sahip olmaları, daha uzun raf ömrü, gelişmiş oksidatif stabilite, gevrek bir doku ve kullanım kolaylığı gibi işleme faydalarından dolayı tercih edilmektedirler (Samur 2006). Katı yağlar, karıştırma esnasında gluten ipliklerinin kohezyonunu önleyerek nihai ürünlerin arzu edilen lezzette ve daha yumuşak dokuda olmasını sağlamaktadır (Ghotra, Dyal ve Narine 2002). Bunun yanında katı yağlar, suyun nişasta granüllerine taşınmasını geciktirdiği için jelatinleşmeyi de geciktirmektedir (Larsson 1980). Katı yağlar, son ürünün kalitesini iyileştirmede fonksiyonel özellikler sağlamasına rağmen doymuş ve trans yağ asitlerinin olası zararlarından dolayı diyetle azaltılması, yerine doymamış kaynakların ikame edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Stortz, Zetzel, Barbut, Cattaruzza, & Marangoni 2012).

Poğaç üretiminde istenilen özellikleri sağlamak için doymuş yağ asidi oranı yüksek seviyede olan katı yağlar (şorteningler) formülasyona eklenmektedir. Kalp damar hastalıklarının azaltılması için doymuş yağ bulunduran gıdaların tüketiminin azaltılması gerektiği bildirilmiştir (Samur 2006). Doymuş yağ asitlerinin kanda bulunan kötü kolesterolün (LDL) atılmasını engellediği ve bu durumun damar sertliğine neden olduğu bildirilmiştir (Baysal 2004). Bu nedenle araştırmacılar doymuş yağ yerine bitkisel yağları kullanmayı denemişlerdir. Ancak bitkisel yağlar, düşük viskozitesinden dolayı şekil vermede güçlüklerle neden olmakta, daha yağlı ve istenilenden daha az gevrek yapı oluşmaktadır. Bu nedenlerden dolayı unlu mamullerde katı yağın doğrudan bitkisel sıvı yağlarla değiştirilmesi zordur (Stortz *et al.* 2012). Sonuç olarak katı yağların bitkisel sıvı yağlar ile direkt değişiminden ziyade, katı benzeri özelliklere ve aynı zamanda sağlıklı bir yağ asidi profiline sahip ürün elde etmek için yağların modifiye edilmesi veya yapılandırılması gerekmektedir (Mert ve Demirkessen 2016).

Oleojel

Oleojeller, jelleştirici madde olarak kullanılan oleojelatörlerin, sıcak çözücü (likit yağ) içerisinde çözünmesiyle oluşan termo-geri dönüşümlü, üç boyutlu bir ağ yapısına hapsedilmiş organik sıvılar olarak tanımlanmaktadır (De Vries 2015 ; Murdan 2005). Oleojelasyon, organik bir sıvının jel benzeri yapıda hapsedilmesine dayanan ve son zamanlarda oldukça fazla kullanılan yeni bir tekniktir. Oleojeller, kimyasal modifikasyonlar olmadan gerekli sertlik ve kıvam oluşturduğu için ilaç sanayi ve kozmetikte yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Oleojellerin bitkisel yağların yapılandırılmasında ve gıdalarda kullanımı da 1990’lardan sonra gerçekleşmiştir (Stortz *et al.* 2012).

Son yıllarda oleojellerle ilgili çalışmalar artmış, oleojeller farklı gıda gruplarında formülasyonlara eklenmiştir (kek, bisküvi, kurabiye, et vb.). Bu çalışmaların temel amacı

doymuş yağ miktarının azaltılması yönünde olmuştur (Park and Maleky 2020; da Silva *et al.* 2019). Bu çalışmalarda son ürünün kalite özelliklerini koruyabilmek için oleojel kullanımının belirli limitlerde tutulması gerektiği bildirilmiştir (Hughes *et al.* 2009). Jelleştirici maddeler, oluşturulan oleojelin fizikokimyasal özelliklerini (tekstür, renk, yağ bağlama kapasitesi vb.) etkilemektedir (Singh *et al.* 2017). Bununla birlikte oleojel oluşturulurken kullanılan sıvı yağın kimyasal özellikleri ve oleojel oluşturma yöntemi de oleojelin yapısal özelliklerini etkilemektedir (Patel and Dawettinck 2016; Singh *et al.* 2017). Yemeklik sıvı yağların yapılandırılmasında kullanılan ve geleneksel olmayan oleojelasyon işleminde, yağın doğal yapısındaki triaçilgliserol ağı farklı ağ yapılarıyla yer değiştirmektedir. Bu sıvı yağların yapılandırma işleminde farklı maddelerle oluşturulan yeni yapılar kategorize edilmiştir. Bunlar düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin kendinden oluşmuş yapıları (iplikler, miseller vb.), kristal partiküller, emülsiyon damlacıkları ve kolloidal partiküller ile polimerik ipliklerden kendiliğinden oluşan sistemlerdir (Davidovich- Pinhas *et al.* 2016). Oleojelatörler, küçük ve küresel olmayan bir yapı oluşturarak yüksek bir spesifik yüzey alanına sahip olmak için ağ bağlantılarına katılırlar (Bot *et al.* 2009).

Oleojel oluşumunda sıvı yağları, katı veya yarı katı halde yapılandıran sistemler doğrudan ve dolaylı yöntemler olarak ayrılabilir (Gengatharan *et al.* 2023). Doğrudan yöntemde, erimiş haldeki oleojelatör madde bir yağ ortamında dağıldıktan sonra jel oluşumunun başlaması için (çekirdeklenme) soğutma uygulanır. Bu çekirdeklenme daha sonra kristal büyümesine ve üç boyutlu bir ağ oluşumuna neden olur. Bu ağ yapısı katı yağlarda görülen yapılardan farklı bir morfoloji sergiler. Örneğin balmumu daha yumuşak, lifli ve sürülebilir bir yapıdayken, katı yağlar daha sert bir yapıdadır (Doan *et al.* 2017). Bu yöntem oleojel üretimindeki en basit yöntemdir (Martins *et al.* 2020). Dolaylı yöntemler ise sıcaklık ve kesme kuvvetlerine daha duyarlı oleojelatörler ile doğrudan yöntemlere nispeten daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç duyulan alternatif yöntemlerdir (Li *et al.* 2022). Bu yöntemde su, sürekli bir lipit fazla yer değiştirilerek oleojeller hazırlanır. Düşük maliyetli biyopolimerlerin kullanılması nedeniyle, dolaylı yöntemler daha ekonomiktir. Dolaylı yöntemlerden en yaygın olanları emülsiyon şablonu ve su bazlı bir emülsiyonda çözücü değişimidir (Guo *et al.* 2023; Li *et al.* 2022)

Oleojellerin, unlu mamullerde katı yağların yerine kullanılması veya katı yağın oranının düşürülmesi için formülasyona ilave edilmesi yeni bir yaklaşımdır. Oleojeller sadece gıdanın beslenme profilini iyileştirmekle kalmayıp dokusal ve duyuşal özelliklerini koruma ve geliştirme potansiyeline sahiptir. Oleojellerin bu potansiyellerinden tam olarak faydalanmak için gıda matrisiyle uyumu ve sınırlandırmaları ele almak gerekir. Doymuş yağlar yerine oleojel

kullanımı yağ asidi profili bakımından iyileşme sağlarken uygun olmayan oranlarda kullanımı doku ve koku sorunlarına yol açabilmektedir. Örneğin yüksek konsantrasyonda bir balmumu kullanımı ağızda mumsu bir tat verebilmektedir. Et ve et ürünlerinde kullanımında, kötü koku ve tat ile karşılaşılabilir. Ayrıca oleojellerin depolama ve işleme koşullarında stabilitesini korumak gerekir. Bununla birlikte oleojellerin kullanılabilirliği ve güvenilirliği de düzenleyici bir incelemeyle karşı karşıyadır. Oleojellerin gıdalardaki dokusal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi karmaşıktır. Her gıda ürünü için farklı konsantrasyon, jelleştirici madde kullanımı ve oleojel üretim metotları farklılık gösterebilir. Bu yüzden her bir gıda formülasyonu için oleojel üretim ve kullanımı dikkatlice düşünülmelidir. Ancak bu şekilde beslenme profilinin iyileştirilmesinin yanı sıra duyuşal ve dokusal anlamda gıda ürünleri geliştirilebilir (Liu *et al.* 2024).

Bu çalışmada poğaçanın duyuşal ve yapısal özelliklerini bozmadan formülasyondaki katı yağın tamamen ya da kısmen değiştirilmesi amaçlanmıştır. Geleneksel poğaçanın formülasyonundaki katı yağ yerine, iki farklı organojelatör (jelleştirici madde) ile iki farklı sıvı yağ (ayçiçek yağı ve fındık yağı) kullanılarak oleojeller üretilmiş, formülasyona yağ ikamesi olarak eklenmiştir.

KURAMSAL TEMELLER

Serin (2012) tarafından yapılan çalışmada poğaçada kullanılan katı yağ farklı oranlarında azaltılırken bu formülasyonlara, farklı miktarlarda maltodekstrin, inülin, ve polidekstroz ikameleri eklenmiştir. Bu ikame maddelerinin eklenmesi ve yağın artırılıp azaltılması hamurun yapışkanlığına ve esneme özelliklerine nasıl etki edeceği araştırılmıştır. Formülasyonlar arasından en çok beğenilen ve kontrol örneğine en yakın formülasyonun olarak yağ miktarını %30 azaltıp, ikame olarak maltodekstrin eklenen numune olduğu görülmüştür.

Uygun (2019) tarafından yapılan çalışmada, poğaçaya reçetesine şortening yerine farklı demineralizasyon oranlarında peynir altı suyu tozu örnekleri eklenmiştir. Üretilen poğaçalar ile “kontrol örnek” karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yağı %40, %50 ve %60 oranında azaltılmış poğaçaların, diğer poğaçaya numunelerine göre kontrol örneğine en yakın olduğu; lezzet, renk vb. özelliklerinin kontrol poğaçanın özelliklerine benzediği görülmüştür. Yapılan numunelerden en çok beğeni alan poğaçalar ise D70 peynir altı suyu tozu ile %40 oranında yağı azaltılan ve D90 peynir altı suyu tozu ile %60 oranında yağı azaltılan poğaçalar olmuştur.

Özdemir vd, (2023) tarafından yapılan çalışmada, kek ve poğaçaya ürünlerinde buğday unu yerine %5, 10 ve 15 oranlarında keçiyoynuzu pekmezi posası unu kullanılmıştır. Sonuçlara göre CMP ilavesi kek ve poğaçanın hacmini, ağırlığını ve duyu özelliklerini önemli ölçüde değiştirmemiştir. Genel olarak %15'e kadar CMP ilavesi ile bu değerler kontrol örneklerine benzer sonuçlar göstermiştir. Ancak kek ve poğaçanın sertliğinde CMP ile hafif bir artış gözlenmiştir. Kek ve poğaçanın renkleri büyük ölçüde CMP miktarına bağlıdır. Duyusal değerlendirme, CMP ilavesinin kek ve poğaçaya kalitesi ve genel kabul üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermiş ve duyu değerlendirme puanları yüksek çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında kek ve poğaçanın diyet lifi ve fenolik içeriklerinin CMP ilavesi ile artırılacağı ve keke 15 g CMP/100 g buğday unu oranında CMP eklenmesinin sağlıklı poğaçalar için önerildiği görülmüştür.

Narlıoğlu (2013) tarafından yapılan çalışmada, poğaçaya hamurlarına, maya, nohut mayası ve karışım mayalar kullanılmış olup, bu mayaların hamur kalitesine ve son ürüne etkileri araştırılmıştır. Tüm maya türleri suda çözülerek hamurlar hazırlanmıştır. Hazırlanan hamurlara farinograf ve ekstensograf analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak nohut mayası ile mayalanan hamurun, mayalanmayan hamura göre daha yumuşak ve kırılmaya karşı daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Nohut mayası ile fermente edilen hamur işi hamurları, test edilen diğer hamur işi

hamurlarına göre daha düşük pH değerine sahiptir. Hamur kullanılarak hazırlanan hamur işlerinin pH, özgül hacim, nem, su aktivitesi ve organoleptik özellikleri araştırılmıştır. Sonuçlar, nohut mayalı böreğin en düşük pH değerine 4,26 ile sahip olduğunu, ticari mayalı böreğin ise 3,13 cm³/g ile en yüksek özgül hacme sahip olduğunu göstermiştir. Üç çeşit maya ile hazırlanan hamur işlerinde dört günlük raf ömrü boyunca su aktivitesi ve nem kaybı değerleri karşılaştırıldığında; nohut mayalı hamur işinin en fazla nem kaybı ve su aktivitesi gösterdiği gözlemlenmiştir. Organoleptik özelliklerin incelenmesi sonucunda maya karışımı ile hazırlanan hamur işlerinin genel anlamda istenilen özelliklere sahip olduğu görülmüştür.

Elbir (2021) tarafından yapılan çalışmada, γ -orizanol+ β -sitosterol karıştırılarak organojelatör olarak kullanılmış ve mısır yağı oleojeli üretilmiştir. Bu oleojel ve oleojel emülsiyonu, hayvansal yağlar yerine bir sosis tipi üzerinde denenmiştir. İlk aşamada, farklı yüzde konsantrasyonlarında 6 adet oleojel üretilmiştir. İkinci aşamada %10 organojelatör konsantrasyonu ile hazırlanan oleojel ve oleojel emülsiyonu, formülasyona %50 ve %100 oranında hayvansal yağ yerine ikame edilmiştir. Duyusal analizler sonucunda, yarı yarıya oleojel ve hayvansal kaynaklı yağ içeren sosis numunesi beğenilmiş ve kontrol numunesiyle benzer puan alırken, %100 mısır yağı içeren kontrol numunesi, daha az beğenilen sosis olmuştur.

Mert (2015) tarafından yapılan çalışmada, kurabiye formülasyonundaki katı yağ yerine karnauba ve kandelila mumu ve ayçiçek yağı ile oluşturulan iki farklı oleojel eklenmiştir. Oleojel örnekleri ile üretilen kurabiyeler, katı yağla üretilen kurabiyelere göre daha sert doku ve yüksek yayılma oranına sahip olmuştur. Kurabiyelerde oleojel kullanımı, sıvı yağ kullanımına göre daha iyi ürün vermekle sonuçlansa da katı yağın kalite özelliklerini yakalamak için daha fazla optimizasyon yapılması gerektiği görülmüştür.

Özdemir (2021) tarafından yapılan çalışmada, kandelila, balmumu, karnauba vaksı kullanılmış, ayçiçek ve keten yağından oleojel üretilmiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan katı yağlar yerine bu oleojeller kullanılmıştır. Oleojel ikame edilerek yapılan bisküvilerin renkleri kontrol numunesine göre değişmezken, tekstür bakımından bazı farklılıklar görülmüştür. Ayrıca katı yağ yerine %100 ayçiçek yağı-balmumu oleojeli kullanılarak üretilen bisküvilerde de kırılabilirlik ve sertlik bakımından kontrol örneğine göre bir fark görülmemiştir.

Orhan ve Eroğlu (2024) tarafından yapılan çalışmada, kraker üretiminde katı yağ yerine çörekotu yağı oleojeli kullanılmıştır. Krakerin fiziksel, tekstürel ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Kraker yapımında çörek otu yağı oleojeli kullanımı, numunelerde pişme sırasında suyun hapsolmasına sebebiyet verdiği için su aktivitesi ve nem değerleri artmıştır. Kraker reçetesinde şortening miktarı azaltılıp, çörek otu yağı oleojeli miktarı arttıkça daha

yumuşak krakerler üretilmiştir. Duyusal analiz kapsamında, tekstür bakımından değerlendirmede de bu durum görülmüştür. Kraker üretiminde çörek otu yağı oleojeli kullanımı, ürünün panelistler tarafından beğenilip yüksek puanlar almasına neden olmuştur. Bu nedenle, kraker üretiminde çörek otu yağı oleojeli kullanımı hem duyusal hem de tekstürel kaliteyi geliştirmiştir.

Jang *et al.* (2015) tarafından yapılan çalışmada, kandelila mumu ve kanola yağı ile oleojeller oluşturularak yüksek miktarda doymamış yağ asidi içeriğine sahip olan kurabiyeler üretilmiştir. Oda sıcaklığında oleojellerin sertliğinin katı yağın sertliğinden daha düşük olduğu belirtilmiştir. Kurabiye formülasyonundaki katı yağın oleojellerle değiştirilmesi, her iki visko elastik parametresini (G0 ve G00) azaltmıştır. G0 katı benzeri özellikleri temsil ederken, G00 sıvı benzeri özellikleri temsil eder (Çiftçi 2019). Oleojel kullanılarak üretilen kurabiyelerdeki doymamış yağ asidi seviyesi, katı yağ kullanılan kurabiyelere göre belirgin bir şekilde artış gösterdiği bildirilmiştir. Katı yağın, oleojeller ile değiştirilmesi daha yumuşak yeme özelliklerine sahip kurabiyeler üretilmesini sağlamıştır.

Jung *et al.* (2020) tarafından yapılan çalışmada, pirinç kepeği yağı ve kandelila mumu ile oleojel hazırlanmış, ekmekte doymuş yağ içeriğini azaltmak için tereyağı ile karıştırılmıştır. Karışımlardaki yüksek oleojel oranları hamurun mekanik özelliklerini azaltırken hamur stabilitesini etkilememiştir. Tereyağı ile pişirilen ekmeğe kıyasla, %75 oranında oleojel ile değiştirilen ekmeğin hacminde önemli bir fark kaydedilmediği bildirilmiştir. Oleojel içeren ekmeğin doymuş ve doymamış yağ asidi oranının, tereyağı ile üretilen ekmeğe kıyasla belirgin şekilde düştüğü görülmüştür.

Zhao *et al.* (2022) tarafından yapılan çalışmada, yüksek oleik asitli soya fasulyesi yağı %10 konsantrasyonda monoasilgliserol ve pirinç kepeği mumu ile karıştırılarak iki farklı oleojel oluşturulmuştur. Oluşturulan oleojeller katı yağ yerine hem ekmek hem kraker formülasyonuna eklenerek kalite özellikleri araştırılmıştır. Farinograf ve reolojik ölçümler oleojelin katı yağla değiştirilmesinin hamur özelliklerini değiştirmediğini göstermiştir. Her iki oleojelle hazırlanan ekmeğin, katı yağla hazırlanan ekmeğe benzer özellikler göstermiştir. Yine her iki oleojel örneği ile elde edilen krakerler, katı yağ ile üretilen krakerler ile karşılaştırılabilir özellik göstermiştir. Monoasilgliserol ile hazırlanan oleojelle üretilen krakerlerin sertliğinin, kontrol örneğine göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma, soya fasulyesi yağı ile elde edilen oleojellerin unlu mamullerin kalitesini düşürmeden katı yağ yerine kullanılabilirliğine dair kanıtlar sunmuştur.

Wang *et al.* (2024) tarafından yapılan çalışmada, puf böreğinde (milföy) katı yağın yerine iki farklı HPMC (hidroksipropil metilselüloz) oleojel (emülsiyon şablonu ve köpük

şablonu) kullanılmıştır. 50/50 oleojel ve katı yağ ile pişmiş böreğin görünümünün kontrol örneği ile aynı olduğu bildirilmiştir. %100 oleojelle üretilen böreğin, katı yağla üretilen kontrol numuneye oranla daha az havalı olduğu görülmüştür. Tüm numunelerin sertlik değerleri benzer özellik göstermiştir. TPA testinde %100 köpük bazlı oleojelle üretilen örneğin kontrol örneğine göre değişiklik göstermediği, emülsiyon bazlı oleojelle hazırlanan örneğin ise kontrol numunesine göre daha sert çiğnenebilir özellikte olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizde ise tüm puf böreklerinin aynı gevreklikte algılandığı belirtilmiştir. Oleojel konsantrasyonundaki artış daha yoğun hamur ile sonuçlanmış, ancak %50 köpük şablon oleojel numunelerinin, %100 oranlı numunelere göre daha kolay çiğnendiği bildirilmiştir.

Yılmaz ve Ögütçü (2015) tarafından yapılan çalışmada, kurabiyelerin dokusal, duyusal ve stabilite özelliklerini karşılaştırmak için katı yağ yerine fındık yağı ile ayçiçek mumu ve balmumu oleojelleri kullanılmıştır. Duyusal analiz, doku/lezzet profili analizi ve tüketici hedonik testleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca oda sıcaklığında kurabiyelerin 30 günlük depolama sırasındaki doku ve stabilitesindeki değişimler izlenmiştir. Hemen hemen tüm analizlerde oleojellerle üretilen kurabiye örneklerinin, katı yağla üretilen örneklere benzerlik gösterdiği bildirilmiştir. Tüketici hedonik testlerde oleojel ile üretilen örneklerin katı yağla üretilen örneklerden daha iyi kabul gördüğü bildirilmiştir. Balmumu ile üretilen oleojellerin katı yağ yerine başarılı bir şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Demirkesen (2016) tarafından yapılan çalışmada, ayçiçek ve pirinç kepeği, karnauba mumları ve ayçiçek yağı ile farklı oleojeller oluşturulmuştur. Oleojellerin yağ-jelleşme özellikleri tekstürel, reolojik ve katı yağ tayini ölçümleri yapılmıştır. Karnauba mumunun kullanıldığı oleojel en yumuşak tekstüre sahipken, ayçiçek mumu oleojeli en sert tekstüre sahip olduğu bildirilmiştir. Oleojel örneklerinde viskoelastik özellikler incelenmiş, en yüksek depolama ve kayıp modülü değerleri ayçiçek mumu oleojeline ait olduğu, en düşük depolama ve kayıp modülünün karnauba mumuna ait olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda ayçiçek mumunun, ayçiçek yağı ile oluşturduğu oleojelin gıdalarda başarı ile kullanılabileceği bildirilmiştir.

Mert ve Demirkesen (2016) tarafından yapılan çalışmada, kurabiyelerdeki katı yağ farklı seviyelerde hazırlanan kandelila mumu oleojeliyle kısmen değiştirilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan oleojeller katı yağla harmanlanmıştır. Karışımlar küçük ölçekli bir kristalizasyon ünitesine alınıp kristalleştirildikten sonra hazırlanan formülasyonda değerlendirilmiştir. Katı yağ yerine tamamen oleojel kullanıldığında, sıvı yağa göre daha yumuşak ürünler elde edilmiştir. Ancak bu numunelerin katı yağ kullanılan numunelere göre daha sert olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak oleojelin katı yağ yerine kademeli olarak

değiştirilmesi kabul edilebilir kurabiyeler elde edilmesini sağlamış aynı zamanda doymuş yağın azaltılması için bir fırsat olduğu bildirilmiştir.

Alvarez-Ramirez *et al.* (2020) tarafından yapılan çalışmada, pandispanyada kullanılan tereyağı, kısmen veya tamamen kandelila mumu ve kanola yağından oluşturulan oleojelle değiştirilerek, pandispanyanın nişasta sindirilebilirliği ve dokusu üzerine etkisi incelenmek istenmiştir. Oleojel ve tereyağı karışımları, oleojel ile %0, 25, 50, 75, 100 oranlarında tereyağı ikame edilerek yapılmıştır. Oleojelin tereyağı ile artan ikame seviyelerinde viskoelastik özelliklerinin (yapışkanlık, kohesivlik, çiğnenebilirlik) azaldığı görülmüştür. Oleojel dahil edilmesiyle sindirilebilir nişasta fraksiyonunun %70'ten %84 yükseldiği tespit edilmiştir. Nişasta sindirilebilirliğinin artması metabolik sendromla ilgili hastalıkların artması anlamına gelmektedir. Genel olarak pandispanyada oleojel kullanımı dokusal özelliklerin iyileştirilmesi ve nişasta sindirilebilirliğinin artırılması arasında bir denge sorunu olduğunu göstermiştir.

Patel *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışmada, gomalak oleojelleri, çikolata hamurlarında yağ bağlayıcı bir ikame edici ve kek hamurunda katı yağ yerine yapılandırıcı yerine kullanılmıştır. %100 yağ bağlayıcı oleojel ve %27 palm yağı ikamesiyle hazırlanan çikolata ezmesi formülasyonları 30 °C'de 4 hafta saklandığında herhangi bir yağlanma görülmediği bildirilmiştir. Gomalak oleojel bazlı emülsiyonla hazırlanan keklerin, ticari katı yağla hazırlanan keklere göre duyu özelliklerinin benzer olduğu görülmüştür. Sonuç olarak gıdalarda uzun yıllardır kullanılan gomalak oleojelinin farklı gıda uygulamalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Eroğlu ve Orhan (2024) tarafından yapılan çalışmada, kek üretiminde katı yağ yerine ikame maddesi olarak zeytinyağı oleojelinin kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Kek formülasyonundaki katı yağ yerine %25 ve %50 oranlarında oleojel ikame edilmiştir. Oleojel ilaveli kek hamurlarının viskozite değerleri, katı yağ içeren kek hamuruna göre düşük çıkmıştır. En yüksek sertlik değeri, katı yağ kullanılan kek hamuruna ait iken en düşük sertlik değeri %50 oleojel-kek örneğinde görülmüştür. İlave edilen oleojel miktarı arttıkça keklerin elastikiyeti artış göstermiştir. Duyusal analizde elde edilen verilerdeki farklılıklar, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak kek üretiminde katı yağ yerine ikame edilen oleojellerin umut vadettiği bildirilmiştir.

Yapılan literatür taramasında unlu mamullerde katı yağın oleojeller ile kısmen veya tamamen değiştirilmesine yönelik birçok çalışma yapıldığı görülmüştür. Ancak poğaçada yapılan çalışma sayısının az olması ve bu çalışmalarda ikame olarak oleojel kullanılmaması bu çalışmanın temelini oluşturmuştur. Bu tez çalışması kapsamında, poğaçada üretiminde kullanılan katı yağ yerine, yağ ikame maddesi olarak oleojeller kullanılmıştır. Ayçiçek yağı ve fındık

yağına %10 oranında balmumu ve monostearat eklenerek oleojeller oluşturulmuş %0, 50 ve 100 oranlarında katı yağ yerine kullanılmıştır. Doymuş ve trans yağ asitlerinin diyetteki varlığıyla ilişkilendirilen kalp-damar hastalıkları, obezite vb. birçok hastalığa neden olduğu bilindiğı için bu çalışmada poğaçâ üretiminde, katı yağın azaltılması amaçlanmıştır.



MATERYAL VE METOT

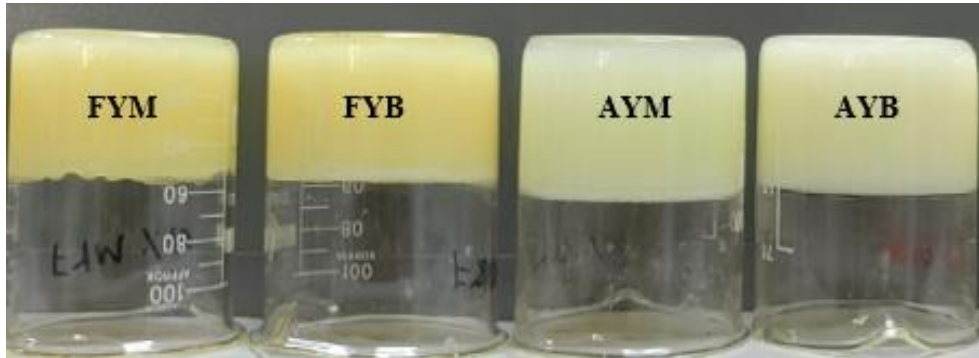
Materyal

Bu çalışmada poğaçanın üretiminde formülasyonun ana bileşenleri olarak un (özel amaçlı), su, yaş maya, tuz, şeker, yumurta; değişken bileşenler olarak katı yağ, ayçiçek yağı-balmumu, ayçiçek yağı-monostearat, fındık yağı-balmumu ve fındık yağı-monostearat oleojeli kullanılmıştır. Ana formülasyondaki malzemelerin tamamı iç piyasadan temin edilmiştir. Oleojel yapımında kullanılacak olan ayçiçek yağı YUDUM (Balıkesir, Türkiye), fındık yağı ÇOTANAK (Ordu, Türkiye) ve katı yağ USTAM (Adana, Türkiye) firmasından, monostearat (Gliseril monostearat, E471, Erime noktası 65 °C) ve balmumu (cera blanca, E901, Erime noktası 65 °C) Smart Kimya (İzmir, Türkiye) firmasından temin edilmiştir.

Metot

Oleojel hazırlama

Oleojellerin hazırlanması için ayçiçek yağı ve fındık yağına oda sıcaklığında %10 oranında balmumu ve monostearat eklenmiş, karışım manyetik karıştırıcı ısıtıcıda 75 °C'de 5 dk süresince karıştırılmıştır. Daha sonra örnekler gece boyunca oda sıcaklığında bekletilmiş, ardından +4 °C'de depolanmıştır.



Şekil 1. Fındık yağı-monostearat (FYM) oleojeli, fındık yağı-balmumu (FYB) oleojeli, ayçiçek yağı-monostearat (AYM) oleojeli, ayçiçek yağı-balmumu (AYB) oleojeli

Poğaçanın üretimi

Poğaçanın üretiminde Tablo 1'de verilen formülasyon uygulanmıştır. Formülasyonun un bazında, 1000 g un, 400 g katı yağ, 100 g şeker, 50 g yaş maya, 25 g tuz, 160 g yumurta, 200 ml su içermektedir. Poğaçanın formülasyonunda yağ azaltma ve oleojel ekleme oranları Tablo 2'de verilmiştir.

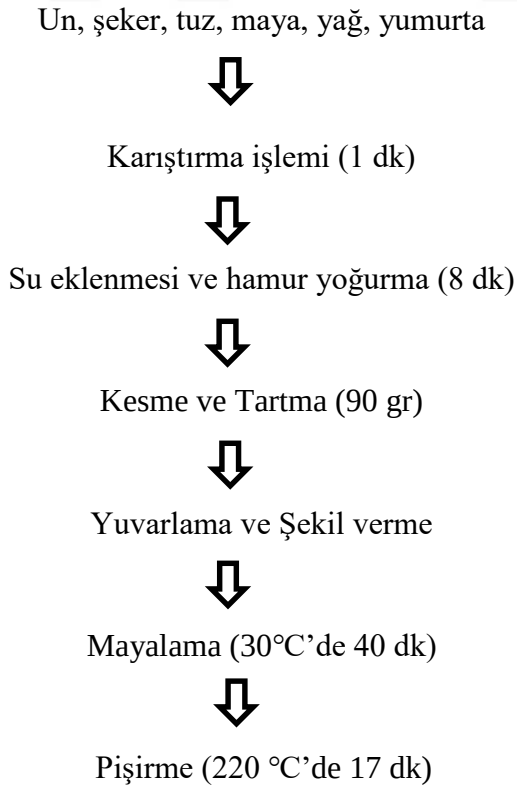
Poğaç hamuru hazırlamak için ilk olarak un, şeker, tuz, maya, katı yağ ve yumurta 1 dk boyunca yavaş devirde mikser (Fakir/Arya) yardımıyla karıştırılmıştır. Daha sonra su eklenerek hızlı devirde 8 dk yoğurulmuş, ardından 90 g'lık parçalar halinde kesilerek yuvarlanmış ve son şekli verilerek, 30 °C'de 40 dk fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyondan çıkarılan hamurlar önceden ısıtılmış fırında 220 °C'de 17 dk pişirme işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 2).

Tablo 1. Poğaç Üretiminde Kullanılan Formülasyon

Poğaç Formülasyonu	
Bileşenler	%
Un	51.54
Su	10.30
Tuz	1.28
Yaş Maya	2.57
Yumurta	8.5
Şeker	5.15
Katı Yağ*	20.61
Oleojel**	0, 50, 100

*İlave edilecek katı yağ oranına göre miktar değişmektedir.

**Oleojeller formülasyondaki katı yağ esasına göre ilave edilecektir.



Şekil 2. Poğaç üretiminde kullanılan üretim akış şeması

Tablo 2. Poğaçı Formülasyonunda Katı Yağ Azaltma ve Oleojel Ekleme Oranları

Oleojel Seviyesi (%)	Eklenen Katı Yağ Miktarı (g/1000 g un bazında)	Eklenen Oleojel Miktarı (g/1000 g un bazında)
0 (kontrol)	400	0
50	200	200
100	0	400

**Şekil 3.** Farklı oranlarda katı yağ ve oleojellerle hazırlanmış poğaçı örnekleri**Örnek Kodları:**

- (1) %100 Katı Yağ,
- (2) %50 Katı Yağ - %50 AYB,
- (3) %100 AYB,
- (4) %50 Katı Yağ - %50 AYM,
- (5) %100 AYM,
- (6) %50 Katı Yağ - %50 FYB,
- (7) %100 FYB,
- (8) %50 Katı Yağ - %50 FYM,
- (9) %100 FYM

Oleojel örneklerinde yapılan analizler***Oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesinin belirlenmesi***

Oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesi Da Pieve (2010)' a göre belirlenmiştir. Bu amaçla boş eppendorf tüpleri tartılmış (a), erimiş haldeki oleojellerden 1 ml tartılarak boş tüplere konulmuştur. Oleojellerin katılaşması için +4 °C'de 60 dk bekletilen eppendorf tüpleri tekrar tartılmıştır (b). Tüpler oda sıcaklığında 9000 g devirde 15 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Ayrılan yağın boşalması için eppendorf tüpleri ters çevrilerek 3 dakika bekletilmiş ve ardından tüpler tartılmıştır (c). Aşağıdaki formüle göre sonuçlar hesaplanmıştır.

$$\% \text{Salınan Yağ} = [(b-a)-(c-a)]/(b-a) \times 100$$

$$\% \text{Yağ Bağlama Kapasitesi} = 100 - (\% \text{Salınan Yağ})$$

Oleojel örneklerinde renk analizi

Oleojel örneklerinin renk analizi Minolta Chromameter (Minolta CR200) renk tayin cihazı kullanılarak ve L , a ve b renk değerleri ölçülerek gerçekleştirilmiştir.

Oleojel örneklerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi

Oleojel örnekleri analizden bir saat önce $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den oda sıcaklığına alınmış; tekstürel analizler tekstür analiz cihazı (Stable Micro System,TA-Xt.plus) ve cihaza özel yazılım programı kullanılarak $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ gerçekleştirilmiştir.

Delme testi

Oleojel örneklerinde (5 cm çap ve 6 cm yükseklikteki örnek kabına 40 mm. örnek konularak) delme testi, 5 mm çapında (P5) prob kullanılarak Şekil 4'te gösterilen tekstür analiz cihazı (Stable Micro System,TA-Xt.plus) ile Tablo 3'te belirtilen koşullar altında yürütülmüş ve elde edilen grafikten delme kuvveti (g), delme enerjisi (g.s) ve sertlik (g) değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 3. Delme Testinin Yürütüldüğü Koşullar

Test Modu	Ölçüm Şartı
Ön test hızı	2 mm/s
Test hızı	2 mm/s
Test sonrası hızı	2 mm/s
Tetikleme gücü	5 g
Delme mesafesi	15 mm



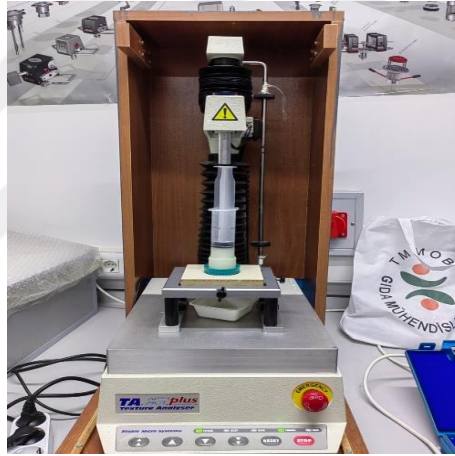
Şekil 4. Delme testi

İleri ekstrüzyon testi

Oleojel örneklerinde ileri ekstrüzyon testi, Şekil 5'te gösterilen tekstür analiz cihazı (Stable Micro System,TA-XT.plus) için özel olarak tasarlanan başlık ile Tablo 4'te belirtilen koşullar altında yürütülmüş, test sonucunda elde edilen kurveden ekstrüzyon kuvveti (N) ve ekstrüzyon işi (N.s) değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 4. İleri Ekstrüzyon Testinin Yürütüldüğü Koşullar

Test Modu	Ölçüm Şartı
Ön test hızı	2 mm/s
Test hızı	2 mm/s
Test sonrası hızı	10 mm/s
Tetikleme gücü	5 g
Mesafe	20 mm



Şekil 5. Ekstrüzyon testi

Sürülebilirlik testi

Örneklerde sürülebilirlik testi, Şekil 6'da gösterilen tekstür analiz cihazına (Stable Micro System,TA-XT.plus) uygun şekilde tasarlanmış başlıklar ile Tablo 5'te belirtilen koşullar altında yürütülmüş ve elde edilen grafikten yapışkanlık (g), kayma işi (g.s) ve adhezyon işi (g.s) değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 5. Sürülebilirlik Testinin Yürütüldüğü Koşullar

Test Modu	Ölçüm Şartı
Ön test hızı	1 mm/s
Test hızı	3 mm/s
Test sonrası hızı	10 mm/s
Tetikleme gücü	0,2 g
Mesafe	23 mm



Şekil 6. Sürülebilirlik testi

Oleojel örneklerinin reolojik özelliklerinin belirlenmesi

Bu çalışmada hazırlanan oleojel örnekleri ve kontrol örneği olarak kullanılan katı yağ örneğinin reolojik karakterizasyonunda, önceki çalışmalarda oleojel örnekleri için kullanılan reolojik analiz teknikleri seçilmiştir (Keskin Uslu ve Yılmaz, 2021; Yılmaz ve Toksöz, 2022). Tüm örneklerinin reolojik özellikleri DHR 2 reometre (TA Instruments, ABD) cihazı ile paralel plaka tırtıklı geometri ($\phi = 40$ mm, aralık = 0.9 ± 0.1 mm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık kontrolü, taban plakanın altında yer alan Peltier sistemi (± 0.1 °C) ile sağlanmıştır. Önce bir amplitüt tarama testi (%0,01-100 strain aralığında) 1 Hz frekans ve 20 °C’de yapılarak her örnek için doğrusal viskoelastik bölge (the linear viscoelastic region, LVR) belirlenmiştir. Örneklerin LVR bölgesi amplitüt strain değerleri %0.03 olarak belirlenmiş ve sonraki analizlerde bu değer kullanılmıştır.

Örneklerin frekans tarama (frequency sweep) testi 20 °C sıcaklıkta 0,1-100 Hz frekans aralığında yapılmış ve depo (G') ile kayıp (G'') modül değerleri ölçülmüştür. Bu test ile örneklerin jel yapısı, yapının dayanıklılığı ve iç yapısı hakkında bilgiler elde edilmiştir.

İkinci olarak yine 20 °C sıcaklıkta örneklere zaman tarama (time sweep) testleri uygulanmıştır. Bu testte amaç, örneklere aşırı gerilim (strain kuvveti) uygulanmasıyla jel yapıyı deforme etmek ve daha sonra uygulanan kuvveti kaldırdıktan sonra jel yapının yeniden oluşup oluşmadığını (recovery ability) gözlemlemektir. Bu amaçla 3 farklı zaman bölgesi aralığında farklı gerilimler uygulanmıştır. Dinlenme bölgesini simüle etmek için, birinci bölgede örneklere sadece LVR strainleri (%0.03) 150 saniye uygulanmış ve örneklerde gerçek jel yapının olduğu ($G' > G''$) gözlenlenmiş, daha sonra ikinci bölgede, aşırı gerilim (%1.0 gerilim kuvveti) yine 150 saniye uygulanmış ve jel yapı deforme edilmiştir. Deformasyonun oluşması depo modül (G') değerlerinin kayıp modül (G'') değerlerinin altına inmesiyle garanti edilmiştir. Üçüncü bölgede, yapısal geri-dönüşümün oluşabilme durumunu gözlenlemek için örneklere

150 saniye çok düşük gerilim (%0.001) uygulanmış ve jel yapının yeniden oluşup oluşmadığı takip edilmiştir. Bu test ile aşırı gerilim (kuvvet) uygulanması altında deforme olan jel yapısının yeniden reforme olabilme yeteneği test edilmiştir.

Son olarak örneklerin sıcaklık rampa (temperature ramp) testi, 20 °C ile 70 °C arasında, 1 Hz frekansta, doğrusal viskoelastik bölgede, 5°C/dak'lık artış hızı ile gerçekleştirilmiştir. Böylece örneklerin hangi sıcaklık derecesine kadar jel yapılarını korudukları belirlenmiştir.

Unda Yapılan Analizler

Kimyasal analizler

Rutubet ve kül tayini

Poğaç üretiminde kullanılan unun rutubet ve kül miktarı sırasıyla AACC Metod 44-19.01 ve 08-01.01 Standart analiz yöntemi ile belirlenmiştir (AACC 2010).

Fizikokimyasal analizler

Sedimentasyon değeri ve düşme sayısı tayini

Sedimentasyon değeri (AACC Metod 56-60.01), düşme sayısı tayini FN-1800 cihazı ile (AACC Metod 56-81.04) Standart analiz yöntemi ile belirlenmiştir (AACC 2010).

Kuru öz, yaş öz ve gluten indeksi değerinin belirlenmesi

Kuru öz miktarı (AACC Metod 38-10.11), yaş öz (AACC Metod 38-12.02) ve gluten indeksi değerleri (AACC Metod 38-12.02) AACC 2010'a göre belirlenmiştir.

Farinograf özellikleri

Farinograf özellikleri AACC Metod 54-21.02 Standart analiz yöntemi ile belirlenmiştir (AACC 2010).

Poğaç Hamurunda Yapılan Analizler

Tekstürel analizler

Hamur uzayabilirlik testi

Örneklerde uzayabilirlik testi, Şekil 7'de gösterilen tekstür analiz cihazına (Stable Micro System, TA-XT.plus) Kieffer Dough & Gluten Extensibility Rig (A/KIE) takılarak Tablo 6'da belirtilen koşullar altında yürütülmüş ve elde edilen grafikten hamur direnci (g), uzama kabiliyeti (mm) ve hamur enerjisi (g.s) değerleri hesaplanmıştır. Analizde, poğaç üretimi sırasında hamur yoğurma aşamasından sonra alınan hamur örnekleri kullanılmıştır.

Tablo 6. Uzayabilirlik Testinin Yürütüldüğü Koşullar

Test Modu	Ölçüm Şartı
Ön test hızı	2 mm/s
Test hızı	3.3 mm/s
Test sonrası hızı	10 mm/s
Tetikleme gücü	4 g
Mesafe	75 mm



Şekil 7. Uzayabilirlik testi

Hamur yapışkanlık testi

Hamur örneklerde yapışma testi, Şekil 8’de gösterilen tekstür analiz cihazında (Stable Micro System,TA-XT.plus) yapışkanlık probu (Chen-Hosney Dough Stickiness Rig (A/DSC) kullanılarak Tablo 7’de belirtilen koşullar altında yürütülmüş ve elde edilen grafikten yapışma kuvveti (g), adhezyon işi (g.s) ve uzama (mm) değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 7. Yapışkanlık Testinin Yürütüldüğü Koşullar

Test Modu	Ölçüm Şartı
Ön test hızı	0.5 mm/s
Test hızı	0.5 mm/s
Test sonrası hızı	10 mm/s
Uygulanana kuvvet	40 g
Tetik gücü	4 g



Şekil 8. Yapışkanlık testi

Reolojik analizler

Poğaç hamurunda reolojik ölçümler, paralel-plaka geometrisi (25 mm plaka çapı ve 2 mm plaka aralığı) ile donatılmış bir MCR 102 Anton-Paar reometresi (Anton Paar GmbH, Avusturya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Poğaç üretiminde mikserde hazırlanan hamurlardan alınan örnekler plakalar arasına yerleştirilmiş ve teste başlanmıştır. Test süresince hamur kenar yüzeyinden nem uzaklaşmasını önlemek için sıvı parafin kullanılmıştır.

İlk önce, 25 °C sıcaklık, 10 s⁻¹ açısal frekans ve %0,01 ila %10'luk bir gerinim aralığında gerçekleştirilen dinamik bir gerinim taramasıyla lineer viskoelastik bölge (LVR) belirlenmiştir. Hamurlar örneklerinin lineer viskoelastik bölgesini elde etmek için depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') ile gerinim eğrileri RheoCompass-1.31.70 yazılımı kullanılarak kaydedilmiş ve analiz gerçekleştirilmiştir.

Daha sonra, hamur örneklerinin viskoelastik özelliklerini belirlemek için dinamik frekans tarama testi yapılmıştır. Dinamik frekans taramasında, kompleks kayma modülünü (G*) frekansın fonksiyonu olarak belirlemek için %0,1 gerinimde ve 25 °C sıcaklıkta 1'den 100 rad/s'ye kadar bir frekans taraması yapılmıştır. p değerleri, G*'nın frekansa bağımlılık derecesi ve moleküler etkileşimlerin gücü, frekans tarama verilerinin aşağıda belirtilen güç yasası modeline yerleştirilmesiyle elde edilmiştir.

$$G^* = a(\omega)^p$$

ω : açısal frekans, p: G*'nin frekans taramasına bağımlılık derecesi, a: hamur mukavemeti

Poğaçada Yapılan Analizler

Poğaç örneklerinde ağırlık ölçümü

Fırından çıkan poğaç örnekleri oda sıcaklığında 1 saat bekletilmiş ve hassas terazide 3 paralel olacak şekilde tartımları yapılmıştır. Poğaç üretiminde kesilen hamur gramajına göre ilk ölçülen değer ve poğaç örneğinde ölçülen değer arasındaki fark hesaplanarak pişmede meydana gelen kayıplar tespit edilmiştir (Altan 1990).

Poğaç örneklerinde spesifik hacim ölçümleri

Ağırlık ölçümü yapılan poğaçalarda, kolza tohumu ile yer değiştirme esasına göre hacimler belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen poğaç hacimleri (cm^3), poğaç ağırlığına (g) bölünerek spesifik hacim değerleri hesaplanmıştır (Özkaya ve Kahveci 1990).

Poğaç örneklerinde renk analizi

Poğaç dış yüzey ve iç kısımlarında renk yoğunluğu, Minolta Colorimetre cihazı ile Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIELAB) formülüne göre yapılmıştır (Elgün vd., 2015).

Poğaç örneklerinde tekstür profil analizi (TPA)

Üretilen poğaçaların tekstürel özellikleri, fırın çıkışından itibaren, 1., 5. ve 7. günlerde SMS tekstür analiz cihazı (Şekil 9) ile P/36 baskı plakası kullanılarak, Tablo 8’de belirtilen koşullar altında, Tekstür Profil Analizi (TPA) yapılarak belirlenmiştir. Poğaç içi örneği en, yükseklik ve derinlik (20x20x20 mm) olacak şekilde merkez noktadan örnek alınarak analiz edilmiştir. Elde edilen kurveden sertlik (N), kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik (N) ve sakızimsılık (N) değerleri hesaplanmıştır.

Sertlik; örneğin deformasyonu için uygulanan kuvveti ifade etmektedir. Kohesivlik; örneğin ilk deformasyonu sonrası ikinci bir deformasyona nasıl dayandığını, fiziksel anlamda ise maddenin iç bağların dayanıklılığını ifade etmektedir. İkinci sıkıştırmadaki pozitif güç alanı, ilk sıkıştırmadaki pozitif güç alanına bölünerek kohesivlik değeri bulunur. Elastikiyet; örneğin ilk sıkıştırmadan sonrası örneğin eski yüksekliğine ne kadar çıkabildiğinin göstergesidir. İkinci sıkıştırma sonrası yüksekliğin orijinal yüksekliğine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Çiğnenebilirlik; bir gıdanın yutulmaya hazır hale gelmesi için gerekli olan çiğneme enerjisinin bir göstergesidir. Çiğnenebilirlik, sertlik $\times$ kohesivlik $\times$ elastikiyet işlemiyle hesaplanmaktadır. Sakızimsılık; yarı katı haldeki yiyeceklerin çiğneme özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Sertlik ve kohesivlik değerlerinin sayısal olarak çarpılması ile belirlenmektedir.

Tablo 8. TPA Analizinin Yürütüldüğü Koşullar

Test Modu	Ölçüm Şartı
Ön test hızı	2 mm/s
Test hızı	2 mm/s
Test sonrası hızı	2 mm/s
Tetikleme gücü	20 g
Sıkıştırma oranı	%30
Bekleme süresi	10 s



Şekil 9. TPA analizi

Poğaç örneklerinde delme testi

Poğaç örneklerinde (tam poğaç) delme testi, fırın çıkışından itibaren 1., 5. ve 7. günlerde 2 mm'lik (P2) prob kullanılarak Şekil 10'da gösterilen tekstür analiz cihazı (Stable Micro System,TA-XT.plus) ile Tablo 9'da belirtilen koşullar altında yürütülmüş ve elde edilen grafikten delme kuvveti (N), delme işi (g.s) ve yapışma işi (g.s) değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 9. Poğaçada Delme Testinin Yürütüldüğü Koşullar

Test Modu	Ölçüm Şartı
Ön test hızı	2 mm/s
Test hızı	2 mm/s
Test sonrası hızı	2 mm/s
Tetikleme gücü	10 g
Delme mesafesi	10 mm



Şekil 10. Poğaç delme testi

Poğaçanın duyuşal özelliklerinin belirlenmesi

Poğaç numunelerinin duyuşal değerdirmesinde rastgele seçilmiş 3 basamaklı rakamlar kullanılmıştır. Duyusal değerdirmede poğaç örnekleri, öğrenci ve öğretim elemanlarından oluşan 10–15 panelist tarafından dış görünüş, kabuk rengi, gözenek yapısı, iç renk, puf yapı, sertlik, ağız hissi, lezzet ve genel beğeni açısından değerdendirilmeye alınmıştır. Panelistlerden örnekleri, puanlama testi tekniğı (1: En düşük, 5: En yüksek) ile değerdendirme formuna (Ek.1) göre değerdendirmeleri istenmiştir.

İstatistiksel Analiz

Çalışma sonucu elde edilen veriler SPSS (SPSS for Windows Release 10.0.1, 1999) programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Poğaç Üretiminde Kullanılan Unun Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri

Poğaç üretiminde kullanılan unun bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Poğaç Üretiminde Kullanılan Unun Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri

Rutubet (%)	11,75	Düşme Sayısı (s)	630
Kül (%)	0,54	Su Absorbsiyonu (%)	57,10
Yaş Gluten (%)	25,70	Stabilite (d)	5,70
Kuru Gluten (%)	8,73	Gelişme Süresi (d)	2,00
Gluten İndeks (%)	97,30	Yumuşama Değeri (BU)	46
Sedimentasyon Değeri (mL)	34,25		

Poğaç Üretiminde Kullanılan Oleojellerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesi

Farklı jelleştirici maddelerle üretilen oleojel örneklerinde yapılan Yağ Bağlama Kapasitesi (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Oleojel Örneklerinde Yapılan Yağ Bağlama Kapasitesi (%) Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Yağ Bağlama Kapasitesi	3	0,00	5,83	6,250E-005

($p>0,05$) önemsiz

Tablo 11'de görüldüğü gibi farklı sıvı yağlara farklı jelleştirici madde ilavesi oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerine istatistiksel olarak önemli etkide bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 11'de $p>0,05$ düzeyinde önemli etkide bulunmayan farklı jelleştirici maddeler ile üretilen oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesi (%) ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Oleojel Örneklerinde Yapılan Yağ Bağlama Kapasitesi (%) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Oleojel Çeşidi	n	Yağ Bağlama Kapasitesi (%)
Katı Yağ	-	-
AYB Oleojeli	2	98,98b±0,00
AYM Oleojeli	2	99,01a±0,01
FYB Oleojeli	2	98,98b±0,00
FYM Oleojeli	2	98,99ab±0,00

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p>0,05). Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Yağ bağlama kapasitesi, oleojel üretimi sırasında oluşan üç boyutlu ağ yapısının sıvı yağları yapılandırma özelliklerini ve jel stabilitesini ifade etmektedir (Blach *et al.* 2016; Yang *et al.* 2020). Oleojeller, yüksek oranlarda yağ içerebildiklerinden dolayı yağ sızıntısını önlemek için yağ bağlama kapasitesinin yüksek olması gerekmektedir. Yağ bağlama kapasitesini, oleojelatörlerin moleküler yapısı, soğutma hızı ve jelleşme sırasında oluşan kristallerin boyutu etkilemektedir (Blake 2015). Blake *et al.* (2014) yaptıkları çalışmada farklı vakslarla üretilen oleojellerin yağ bağlama kapasiteleri ile yapısal ve fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yağ bağlama kapasitesi yüksek olan örnekleri, vaks kristallerinin büyük olması ve büyük yüzey alanı oluşturarak daha yüksek oranda yağı adsorbe etmesi ile açıklamışlardır. Tablo 12’de görüldüğü gibi oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasiteleri %98,98 ile %99,01 arasında değişmektedir. Özdemir (2021) yaptığı çalışmada, bisküvi kalitesine oleojellerin etkisini araştırmış, ayçiçek yağı- balmumu oleojelinin yağ bağlama kapasitesini çalışmamızdaki sonuçlara benzer nitelikte %99,33 olarak bulmuştur. Oleojellerin yağ bağlama kapasitesi (%) değerlerine, farklı jelleştirici maddelerin ilavesi önemli etkide bulunmamıştır (p>0,05).

Oleojellerin örneklerinin renk değerleri

Tablo 13. Kontrol Yağ Örneği ve Farklı Oleojellere Ait *L*, *a*, *b* Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
<i>L</i>	4	240,624	32782,56**	0,007
<i>a</i>	4	0,528	412,14**	0,001
<i>b</i>	4	128,761	2375,66**	0,054

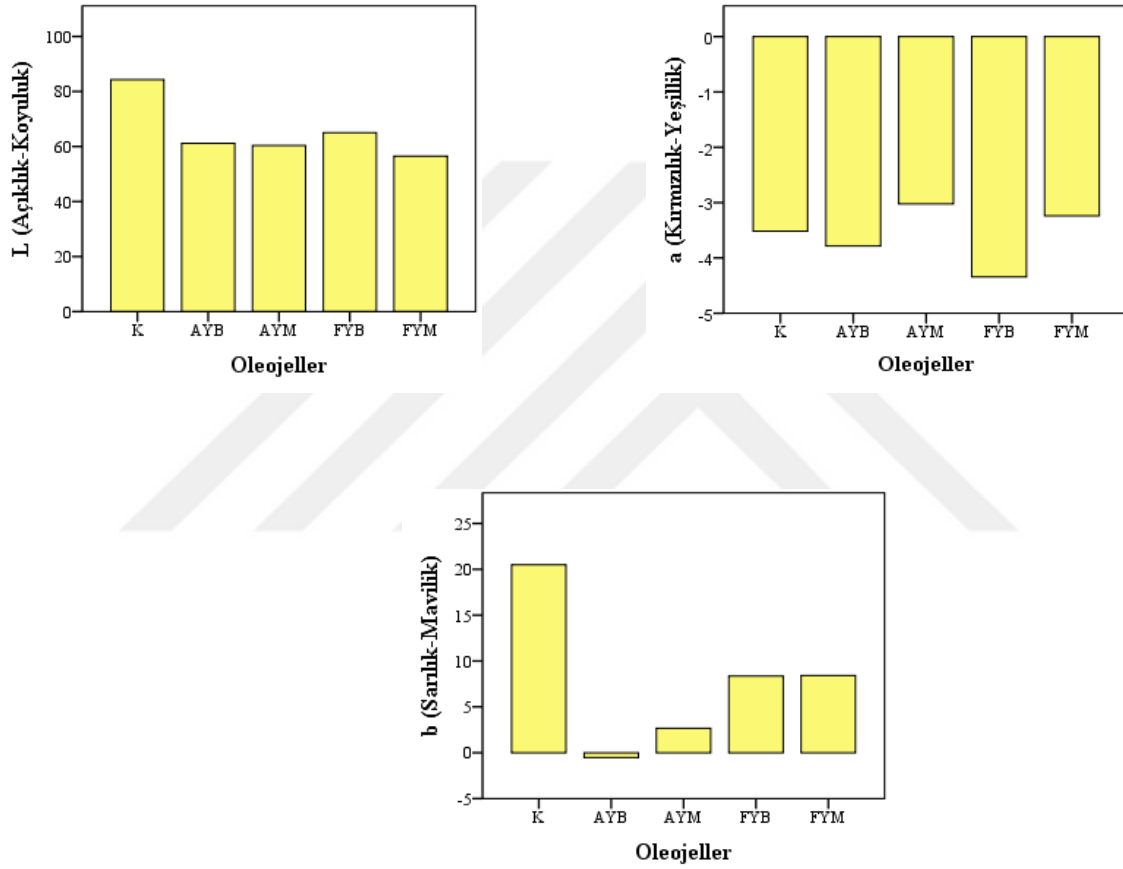
** (p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 13’te görüldüğü gibi farklı sıvı yağ ve jelleştirici maddelerin ilavesi, oleojel örneklerinin *L*, *a*, *b* renk değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (P<0,01).

Tablo 14. Kontrol Yağ Örneği ve Farklı Oleojellere Ait *L*, *a*, *b* Renk Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Oleojel Çeşidi	n	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Katı Yağ	2	84,34a±0,03	-3,51c±0,00	20,50a±0,16
AYB Oleojeli	2	61,18c±0,04	-3,78d±0,06	-0,52d±0,44
AYM Oleojeli	2	60,34d±0,14	-3,02a±0,02	2,67c±0,07
FYB Oleojeli	2	65,02b±0,01	-4,34e±0,00	8,36b±0,03
FYM Oleojeli	2	56,52e±0,11	3,24b±0,04	8,41b±0,19

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$). Değerler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir.



Şekil 11. Katı yağ ve oleojel örneklerine ait *L*, *a*, *b* renk değerindeki değişim

Tablo 14 ve Şekil 11’de görüldüğü gibi açıklık ve koyuluk yoğunluğunun bir ölçütü olan oleojellerin *L* renk değerleri katı yağa göre daha düşük, kırmızı/yeşil renk yoğunluğunun göstergesi olan *a* renk değeri en yüksek ayçiçek yağı- monostearat, en düşük ise fındık yağı- balmumu örneğinde belirlenirken, sarı/mavi renk yoğunluğunu ifade eden *b* renk değerleri ise katı yağa oranla daha düşük oranlarda tespit edilmiştir. Yılmaz ve Ögütçü (2015) yaptıkları çalışmada, fındık yağına jelleştirici madde olarak balmumu ve monogliserit ekleyerek oleojeller oluşturmuşlardır. Sonuçlar çalışma bulgularımıza benzerlik göstermiş, oleojel örneklerinin referans yağ olarak kullanılan katı yağa kıyasla *L* değerlerinin daha düşük, *b* değerlerinin çok

daha düşük, *a* değerlerinin ise çok farklı olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca oleojellerin renginin kullanılan sıvı yağlara bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Oleojel örneklerinin tekstürel özelliklerinin

Delme testi sonuçları

Tablo 15. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Delme Testi Sonuçlarından Elde Edilen Delme Kuvveti, Delme Enerjisi ve Sertlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Delme Kuvveti	4	30616,65	1478,30**	20,711
Delme Enerjisi	4	2000403,74	11107,19**	180,100
Sertlik	4	76426,48	32403,60**	2,359

** ($p<0,01$) düzeyinde önemli

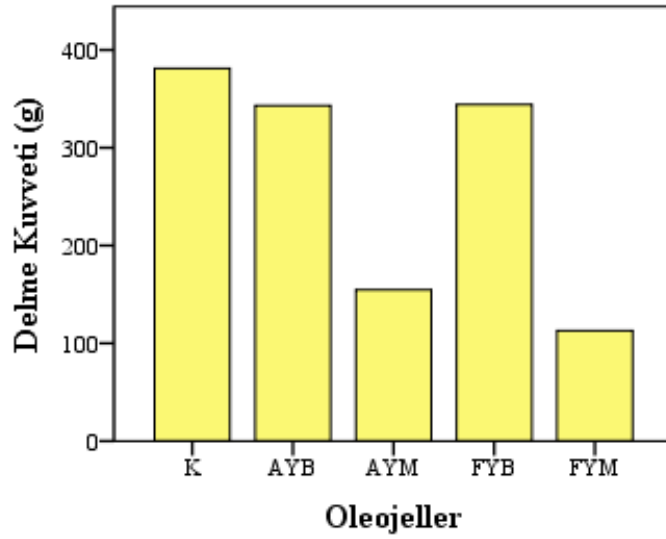
Tablo 15'te görüldüğü gibi kontrol örneği ve farklı sıvı yağlara farklı jelleştirici madde ilavesi, oleojellerin delme testi sonuçlarından elde edilen delme kuvveti, delme enerjisi ve sertlik değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0,01$).

Tablo 15'te $p<0,01$ düzeyinde önemli olan kontrol örneği ve farklı sıvı yağlara farklı jelleştirici madde ilavesi, oleojellerin delme testi sonuçlarından elde edilen delme kuvveti, delme enerjisi ve sertlik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Delme Testi Sonuçlarından Elde Edilen Delme Kuvveti, Delme Enerjisi ve Sertlik Değeri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

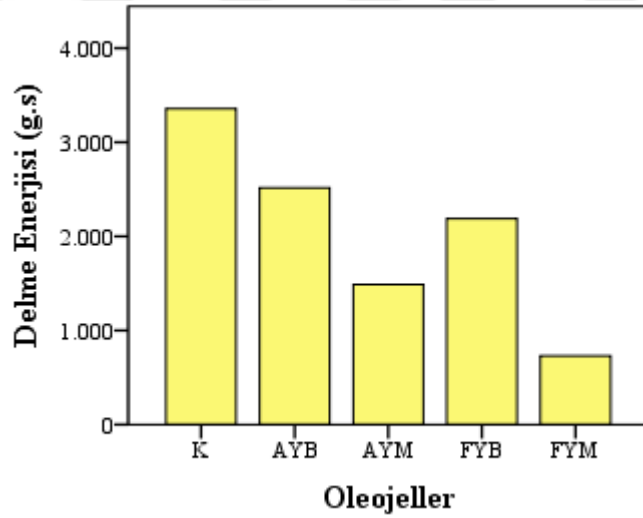
Örnek	n	Delme Kuvveti (g)	Delme Enerjisi (g.s)	Sertlik (g)
KONTROL	2	381,23a $\pm$ 3,58	3356,60a $\pm$ 24,20	576,10a $\pm$ 1,74
AYB	2	343,24b $\pm$ 4,17	2515,89b $\pm$ 13,10	537,24b $\pm$ 1,06
AYM	2	154,59c $\pm$ 1,58	1489,12d $\pm$ 6,98	241,00d $\pm$ 0,53
FYB	2	344,17b $\pm$ 6,22	2187,46c $\pm$ 1,95	448,49c $\pm$ 1,97
FYM	2	112,79d $\pm$ 5,66	729,68e $\pm$ 9,20	123,49e $\pm$ 1,84

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır ($p>0,05$). Değerler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir.



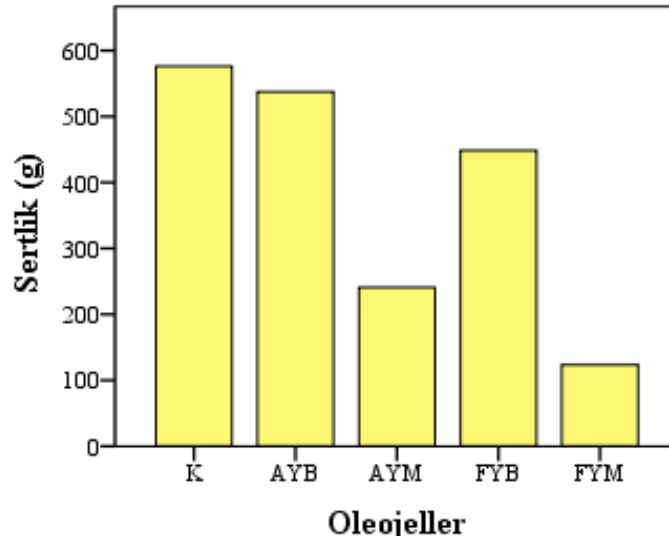
Şekil 12. Katı yağ ve oleojel örneklerinin delme kuvveti değerlerindeki değişim

Tablo 16’da görüldüğü gibi delme kuvveti değerleri (g) 381,23 ile 112,79 arasında değişmektedir. Oleojel örneklerinin delme kuvveti değerleri, kontrol örneği olan katı yağa oranla daha düşük çıkmıştır. İstatistiksel olarak birbirine benzer olan, balmumu ile oluşturulan oleojellerin delme kuvveti değerleri, monostearat ile oluşturulan oleojellerin delme kuvveti değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 12).



Şekil 13. Katı yağ ve oleojel örneklerinin delme enerjisi değerlerindeki değişim

Şekil 13’te görüldüğü gibi delme enerjisi (g.s) değerleri delme kuvveti (Şekil 12) ve sertlik (Şekil 14) değerleri ile paralellik göstermiştir. Tüm grafiklerde kontrol örneğinin (katı yağ) delme kuvveti, delme enerjisi ve sertlik değerleri, oleojel örneklerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Monostearat kullanılarak üretilen oleojellerden, ayçiçek yağı kullanılan örneğin fındık yağı kullanılan örneğe göre delme enerjisi değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 14. Katı yağ ve oleojel örneklerinin sertlik değerlerindeki değişim

Şekil 14’te oleojellerin sertlik değerleri, kontrol örneğinin sertlik değerinden daha düşük bulunmuştur. Kontrol örneğine en yakın değer ise AYB oleojelinde tespit edilmiştir. Farklı yağlara (ayçiçek yağı ve fındık yağı) balmumu ilavesiyle oluşturulan oleojellerin monostearat ile oluşturulan oleojellerden daha yüksek sertlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yılmaz ve Ögütçü (2015) fındık yağına balmumu ve monostearat ekleyerek oleojel oluşturdukları çalışmada, balmumu konsantrasyonunun artması ile sertlik değerinin artmış olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen veriler ile çalışma bulgularımız benzerlik göstermiş, oleojel örneklerinin katı yağa (kontrol) oranla daha sürülebilir olduğu belirlenmiştir.

Ekstrüzyon testi sonuçları

Tablo 17. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Ekstrüzyon Testi Sonuçlarından Elde Edilen Ekstrüzyon Kuvveti ve Ekstrüzyon İşİ Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Ekstrüzyon Kuvveti	4	3277,89	1378,36**	2,37
Ekstrüzyon İşİ	4	286599,40	722,95**	396,42

** (p<0,01) düzeyinde önemli

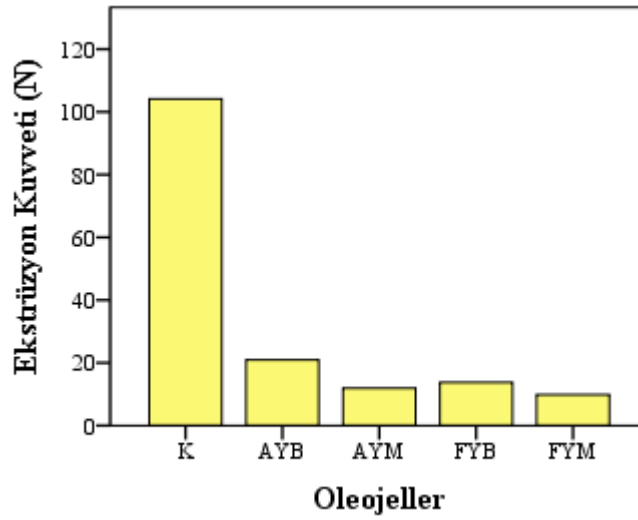
Tablo 17’de görüldüğü gibi kontrol örneği ve farklı sıvı yağlara farklı jelleştirici madde ilavesi, oleojellerin ekstrüzyon testi sonuçlarından elde edilen ekstrüzyon kuvveti ve ekstrüzyon işİ değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (p<0,01).

Tablo 17’de p<0,01 düzeyinde önemli olan kontrol örneği ve farklı sıvı yağlara farklı jelleştirici madde ilavesi, oleojellerin ekstrüzyon testi sonuçlarından elde edilen ekstrüzyon kuvveti ve ekstrüzyon işİ değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

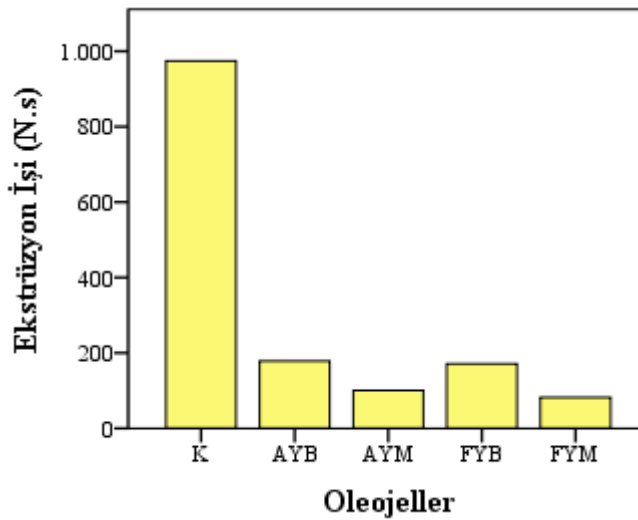
Tablo 18. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Ekstrüzyon Testi Sonuçlarından Elde Edilen Ekstrüzyon Kuvveti ve Ekstrüzyon İşİ Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnek	n	Ekstrüzyon Kuvveti (N)	Ekstrüzyon İşİ (N.s)
KONTROL	2	104,16a±3,29	974,29a±44,20
AYB	2	20,94b±0,74	178,65b±2,99
AYM	2	11,91c±0,66	100,64c±0,03
FYB	2	13,77c±0,23	171,08b±3,52
FYM	2	9,87c±0,14	82,16c±2,58

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p>0,05). Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.



Şekil 15. Katı yağ ve olejel örneklerinin ekstrüzyon kuvveti değerlerindeki değişim



Şekil 16. Katı yağ ve olejel örneklerinin ekstrüzyon işi değerlerindeki değişim

Ekstrüzyon testi, belirlenen bir aralıktan gıdanın akışını sağlamak için uygulanan kuvvetin ölçümü esasına dayanır. İleri ekstrüzyon testinde numune pistonla aynı yönde hareket eder (Bourne, 2002; Chu, 2014). Tablo 18’de görüldüğü gibi oleojellerin ekstrüzyon kuvveti ve

ekstrüzyon işi değerleri, katı yağa kıyasla önemli derecede düşük değerlere sahiptir. Şekil 15 ve Şekil 16'da görüldüğü gibi balmumu ile üretilen oleojellerin ekstrüzyon kuvveti ve ekstrüzyon işi değerleri, monostearat ile üretilen oleojellerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sürülebilirlik testi sonuçları

Tablo 19. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Sürülebilirlik Testi Sonuçlarından Elde Edilen Kayma İş, Yapışkanlık ve Adhezyon İş Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Kayma İş	4	2125020,91	32210,06**	659,73
Yapışkanlık	4	1669868,28	12585,01**	132,68
Adhezyon İş	4	321703,13	51416,79**	6,25

** (p<0,01) düzeyinde önemli

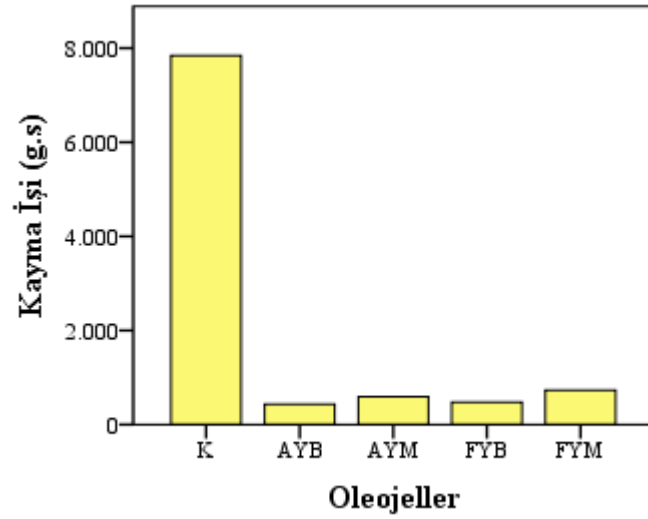
Tablo 19'da görüldüğü gibi kontrol örneği ve farklı sıvı yağlara farklı jelleştirici madde ilavesi, oleojellerin sürülebilirlik sonuçlarından elde edilen kayma işi, yapışkanlık ve adhezyon işi değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (p<0,01).

Tablo 19'da p<0,01 düzeyinde önemli olan kontrol örneği ve farklı sıvı yağlara farklı jelleştirici madde ilavesi, oleojellerin sürülebilirlik testi sonuçlarından elde edilen kayma işi, yapışkanlık ve adhezyon işi değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Kontrol Örneği ve Farklı Oleojellerin Sürülebilirlik Testi Sonuçlarından Elde Edilen Kayma İş, Yapışkanlık ve Adhezyon İş Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

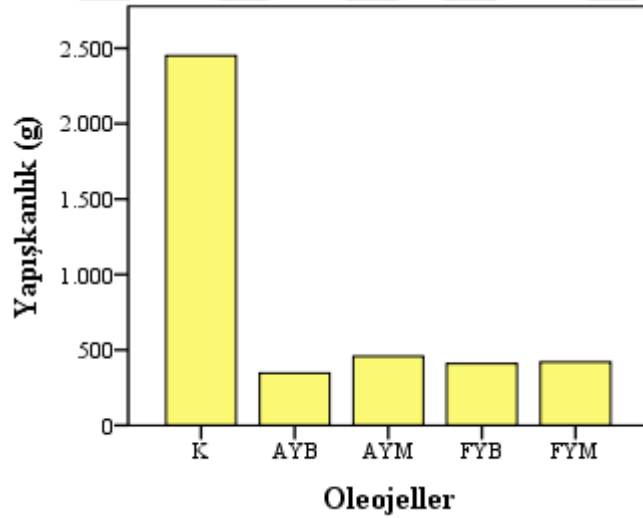
Örnek	n	Kayma İş (g.s)	Yapışkanlık (g)	Adhezyon İş (g.s)
KONTROL	2	7842,95a±56,49	2449,74a±22,91	1026,16a±2,14
AYB	2	434,54d±1,62	347,00d± 1,34	142,54c±0,80
AYM	2	594,46c±5,99	457,61b± 3,16	120,67d±3,40
FYB	2	477,22d±4,83	410,21c±10,33	161,33b±0,28
FYM	2	728,73b±6,74	419,05c± 4,46	98,96e±3,79

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır (p>0,05). Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.



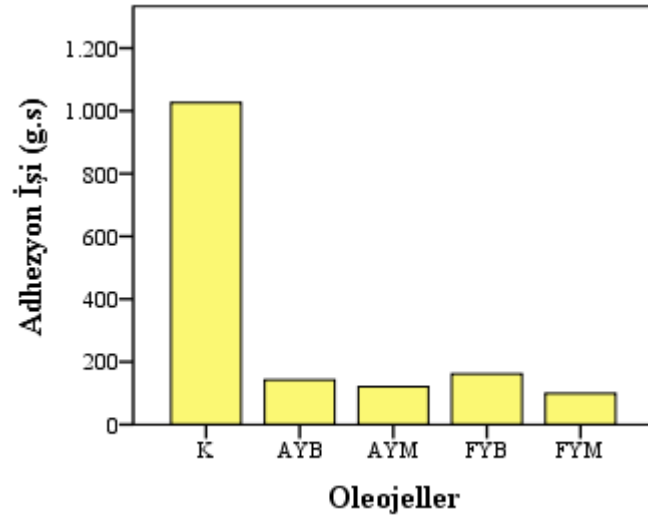
Şekil 17. Katı yağ ve oleojel örneklerinin kayma işi değerlerindeki değişim

Tablo 20 ve Şekil 17’de görüldüğü gibi oleojellerin kayma işi değerleri kontrol örneğine (katı yağa) göre yaklaşık 11 kat daha düşük çıkmıştır. Jelleştirici madde olarak balmumu kullanılarak üretilen oleojellerin kayma işi değerleri, monostearat kullanılarak oluşturulan oleojellerin kayma işi değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Oleojeller arasında en yüksek kayma işi değeri (728,73) fındık yağı- monostearat oleojelinde görülmüştür.



Şekil 18. Katı yağ ve oleojel örneklerinin yapışkanlık değerlerindeki değişim

Şekil 18’de katı yağın, oleojel örneklerine göre daha yüksek (yaklaşık 5 kat) yapışkanlık değerine sahip olduğu görülmektedir. Monostearat ile üretilen oleojellerin, balmumu ile üretilen oleojellere göre yapışkanlık değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

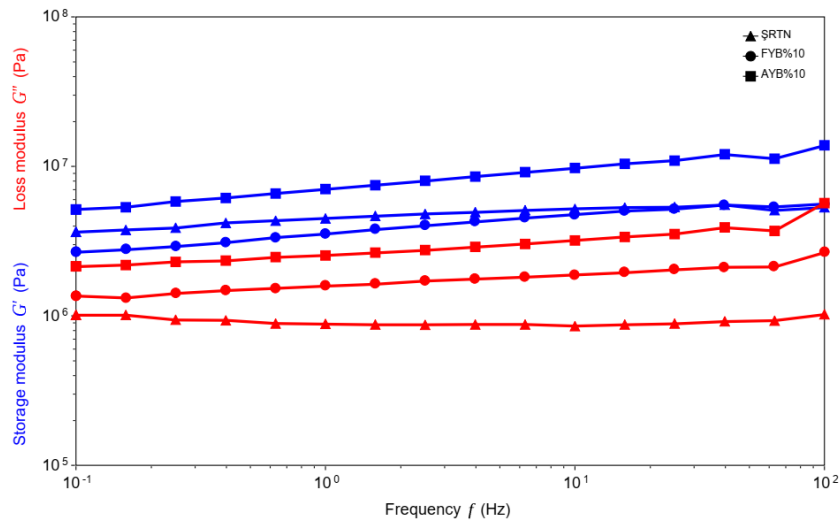


Şekil 19. Katı yağ ve oleojel örneklerinin adhezyon işi değerlerindeki değişim

Tablo 20 ve Şekil 19’da oleojellerin adhezyon işi değerlerinin kontrol örneğine göre yaklaşık 5 kat daha düşük değerde olduğu görülmektedir. Balmumu ile üretilen oleojellerin adhezyon işi değerleri monostearat ile üretilen oleojellere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Kontrol örneğinin adhezyon işi, kayma işi ve yapışkanlık değeri oleojel örneklerinden belirgin olarak daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Oleojeler örneklerinin reolojik özellikleri

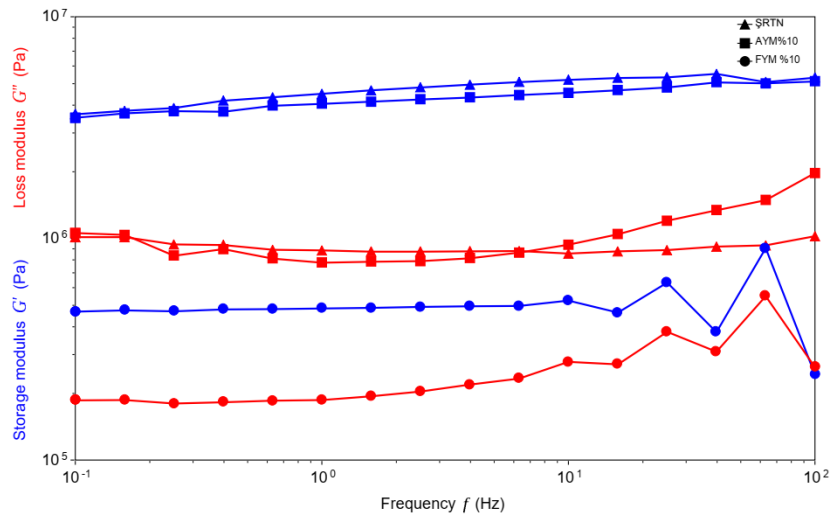
Bu tez çalışmasında kullanılan 4 farklı oleojel örneğinin ve kontrol örneğinin (katı yağ) reolojik ölçümleriyle elde edilen grafikler aşağıda verilmiş ve bulgular tartışılmıştır. Ayçiçek yağı-balmumu (AYB) ve fındık yağı-balmumu (FYB) oleojelleri ve şortening (katı yağ) örneklerinin frekans tarama testi grafiği Şekil 20’de verilmiştir.



Şekil 20. Balmumu oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol şortening örneğinin frekans tarama grafiği

Frekans tarama testi oleojellerin iç yapısı ve dayanıklılığı hakkında bilgi sağlamaktadır. Grafikte örneklerin depo modül (G') ve kayıp modül (G'') değerleri 0-100 Hz frekans aralığında gösterilmektedir. Burada G' modülü, viskoelastik (jel) örneğinin elastik kısmını temsil etmekte ve örneğin ne kadar katı-benzeri olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan G'' modülü, örneğin ne kadar likit-benzeri olduğunu ifade etmekte ve viskoz kısmını temsil etmektedir. Genel bir reoloji kuralı olarak, eğer bir örnekte $G' > G''$ durumu bulunuyorsa, bu örneğin gerçek jel yapısında olduğu anlaşılmaktadır (Mezger, 2014). Ayrıca daha yüksek depo modül (G') değerleri örneğin daha sert ve dayanıklı olduğunu ifade etmektedir. Şekil 20'den de görüleceği gibi tüm örneklerde G' değerleri G'' değerlerinden oldukça yüksektir. Yani hazırlanan örnekler gerçek jel yapısındadır veya daha çok katılara benzemektedirler. Bu durum uygulanan tüm osilatör frekans aralığında (1-100 Hz) geçerlidir. Grafikten okunacağı gibi mesela 100 Hz frekansta AYB, FYB ve Kontrol örneklerinin depo modül (G') değerleri sırasıyla 10.000 kPa, 1.300 kPa, ve 1.300 kPa civarındadır. Aynı noktada kayıp modül (G'') değerleri ise sırasıyla yaklaşık 1.300 kPa, 1050 kPa ve 1.000 kPa olarak okunmaktadır. Genel olarak depo modül değerleri şöyle sıralanmıştır: AYB > Kontrol $\geq$ FYB. Dolayısıyla AYB oleojeli aralarında en sert yapıyla, FYB ve şortening örnekleri birbirine oldukça yakın sertliktedir. Hazırlanan oleojel örneklerinin gerçek jel yapısında ve dayanıklı örnekler olduğu anlaşılmaktadır.

Aynı iki yağla (ayçiçeği ve fındık yağı) monogliserit oleojelatörüyle hazırlanan örneklerin frekans tarama grafiği aşağıda Şekil 21'de sunulmuştur.



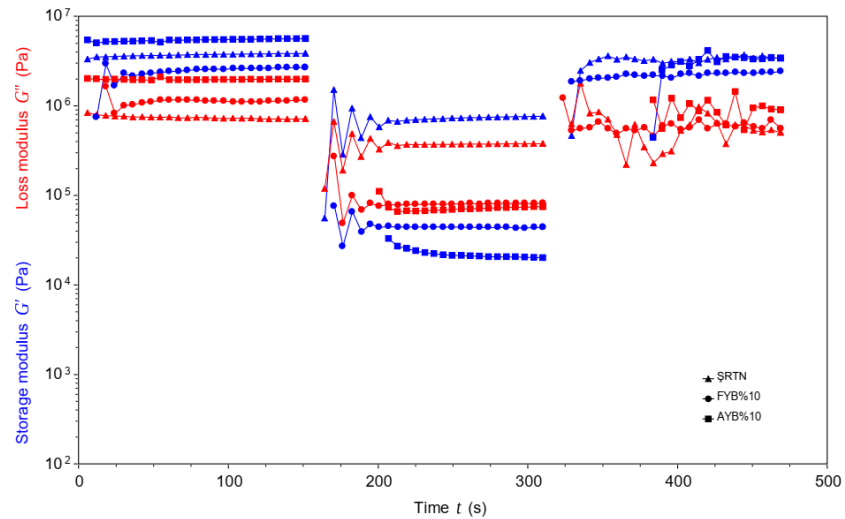
Şekil 21. Monostearat oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol (kati yağ) örneğinin frekans tarama grafiği

Benzer durum monostearat oleojelleri için de gözlenmiştir. Tüm örneklerde depo modül değerleri kayıp modül değerlerinden daha yüksektir (Şekil 21). Yani örnekler gerçek jel yapısında ve oldukça dayanıklıdır. Burada da örneklerin yaklaşık sertlik değerine göre sıralaması

şu şekildedir: $AYM = KATI\ YAĞ > FYM$. Ortalama depo modül değerleri ise yaklaşık olarak AYM, FYM, ve katı yağ örnekleri için sırasıyla 1200 kPa, 140 kPa, ve 1200 kPa olarak okunabilmektedir (Şekil 21).

Grafiklerden (Şekil 20 ve 21) okunan depo modül değerlerini kullanarak aynı yağla (ayçiçeği ve fındık yağı) balmumu ve monogliserit oleojelatörleriyle hazırlanan örneklerin sertlik değerleri de karşılaştırılabilir. Genel olarak balmumu oleojellerinin monogliserit oleojellerinden daha sert yapılı olduğu anlaşılmaktadır. Her iki oleojelatör aynı konsantrasyonda (%10) kullanıldığı için, bu farkın oleojelatörlerin üç-boyutlu ağ yapı oluşturma yeteneklerindeki farktan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Gerçekten de mumlar ve monogliseritler farklı maddeler olup, farklı sertlikte jel oluşturmaları da beklenen bir özelliktir.

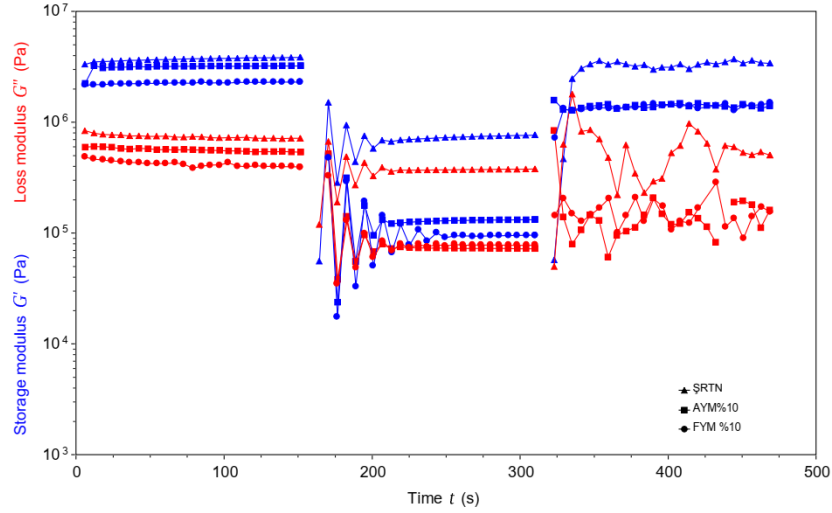
Hazırlanan oleojel örneklerinin zaman-tarama (time sweep) testi sonuçları Şekil 22 ve Şekil 23'te sunulmuştur.



Şekil 22. Balmumu oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol (katı yağ) örneğinin zaman-tarama testi grafiği

Şekil 22'den de görüleceği gibi örneklere 3 bölgede 3 farklı germe kuvveti uygulanmış ve cevap olarak G' ve G'' modül değerleri izlenmiştir. Birinci bölgede dinlenme durumu (resting behaviour) simüle edilmiş ve tüm örneklerde yukarıda frekans tarama testlerinde görüldüğü gibi daha yüksek depo modül değerlerinin varlığı (gerçek dayanıklı jel yapısı) görülmüştür. Bu bölgede zaten LVR strain uygulandığı için yapısal bir yıkım oluşmaması planlanmıştır. İkinci bölgede ise LVR strain değerlerinden 33.3 kat daha yüksek strain (kuvvet) uygulanmış ve jel yapısı bozulmuştur. Jel yapısının kaybolması grafiğin ikinci bölümünde tüm örnekler için G' modül değerinin düşmesi ve hatta G'' modül değerinin altına inmesiyle anlaşılmaktadır. Üçüncü bölgede, strain LVR seviyesinin de altına kadar düşürülmüş ve

örneklerin yapısal geri-kazanım (structural recovery) oluşturma durumları izlenmiştir. Gerçekten de uygulanan yüksek gerilim kaldırıldığında, jel yapısı geri-dönüşme ile yeniden oluşmuştur. Bunu da yine grafikten örneklerin depo modüllerinin tekrar yükselmesi ve kayıp modül değerlerinin üstüne çıkmasıyla olduğu anlaşılmaktadır.



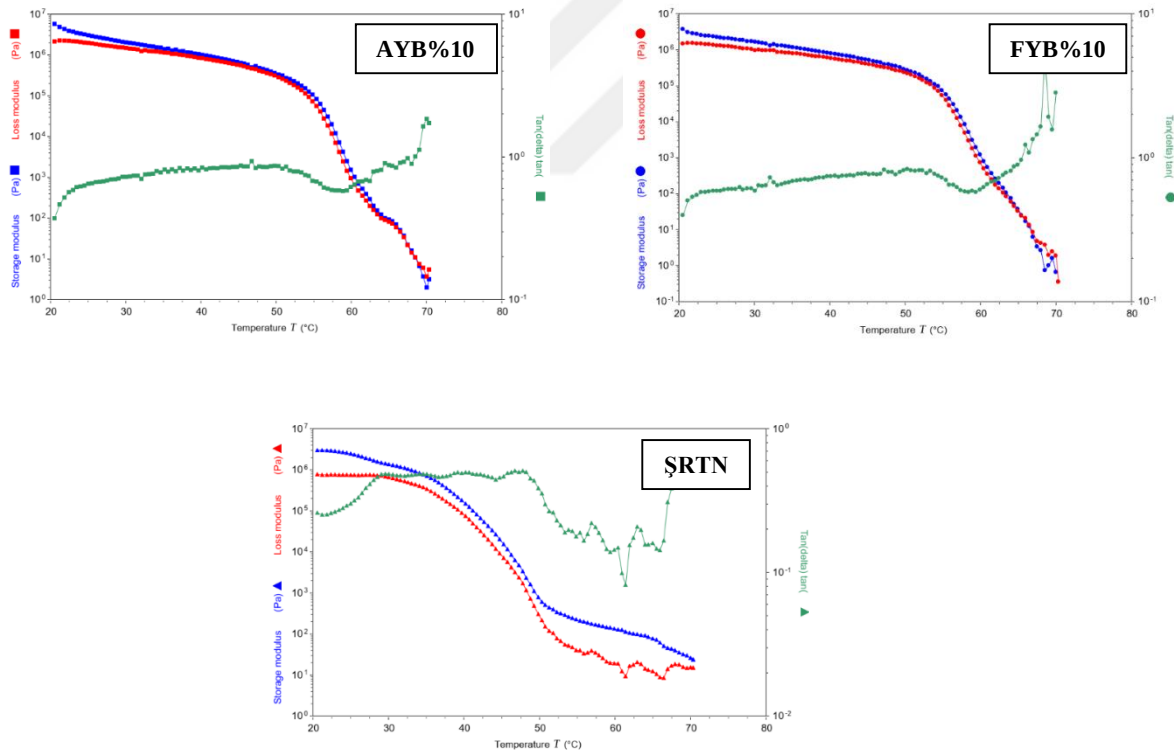
Şekil 23. Monostearat oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol (katı yağ) örneğinin zaman-tarama testi grafiği

Monostearat jelatörüyle hazırlanan örneklerin zaman tarama grafikleri ise Şekil 23'te gösterilmiştir. Benzer bulgular bu örnekler için de geçerlidir. Hazırlanan oleojel örnekleri yüksek gerilim kuvveti altında jel yapılarını kaybederler bile, uygulanan yüksek kuvvet kesildiğinde yapılarını yeniden oluşturmaktadırlar. Reoloji biliminde bu durum tiksotropik davranış olarak bilinmektedir ve önceki oleojel çalışmalarında da rapor edilmiştir (Mattice and Marangoni, 2018; Yılmaz ve Toksöz, 2022). Her iki grafikte (Şekil 22 ve 23) de dikkati geçen bir husus, ikinci bölgede ŞRTN (katı yağ) örneğinde her iki modül değerinin de düştüğü, ancak oleojel örneklerinde olduğu gibi depo modülünün kayıp modülün altına inmediği görülmektedir. Bu durumda aslında oldukça beklenen bir bulgudur. Çünkü şortening örneği gerçekte jel olmayıp, katı (doymuş) trigliseritlerden oluşmuş sert bir yağdır.

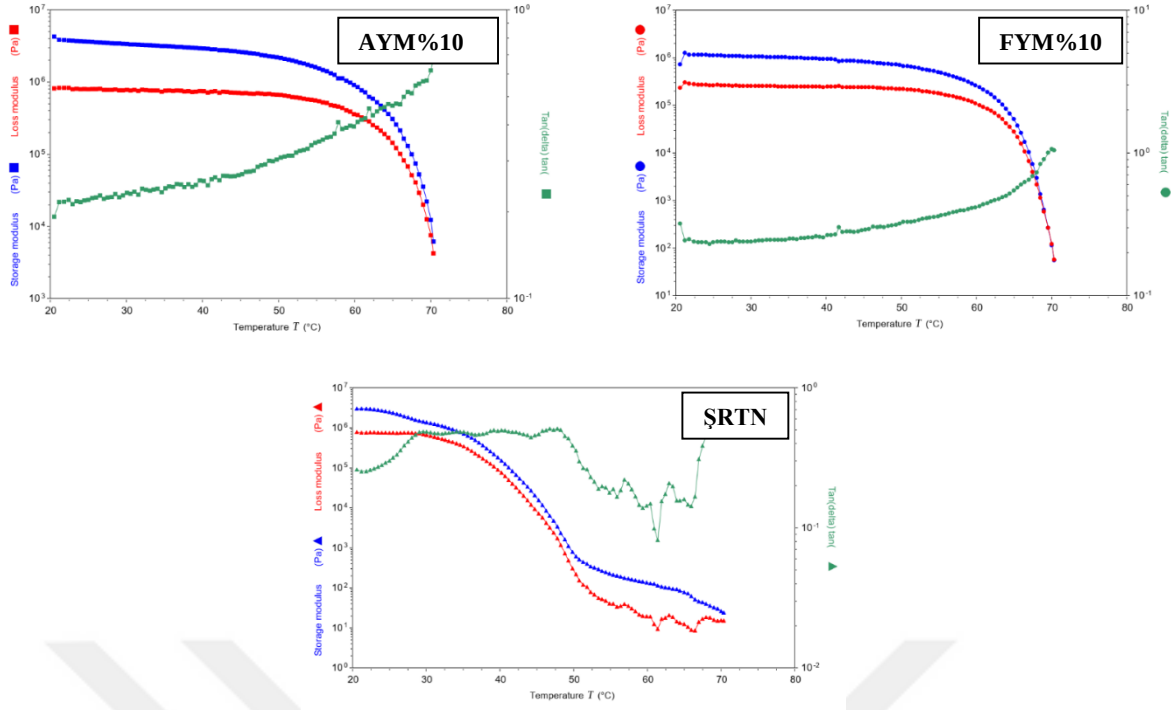
Zaman tarama testi pratikte oleojellerin kullanım durumunda çevresel yüksek kuvvetten etkilenseler bile kuvvet ortadan kalktığında yapılarını geri kazanacaklarını göstermektedir. Örneğin oleojeller unlu ürünlerin hamurlarına veya diğer gıda ürünlerine katıldıktan sonra uygulanan karıştırma, yoğurma, çırpma gibi yüksek kuvvet uygulamaları altında jel yapılarını geçici olarak kaybedebilirler, ancak işlem bittiğinde (kuvvet uygulanması son bulduğunda) kendi jel yapılarını tekrar oluşturma, yani yapısal geri-dönüşüm özelliği göstermektedirler. Bu durum, oleojelin katı yağ ikamesi olarak kullanıldığı bu uygulamalarda bir avantaj olarak belirlenmiştir.

Son olarak bu çalışma kapsamında hazırlanmış olan oleojel örnekleri ve kontrol örneği için sıcaklık rampa testleri uygulanmış ve sonuçlar aşağıda Şekil 24 ve 25'te sunulmuştur. Sıcaklık rampa testi oleojelin sabit kuvvet ve frekans altında ısıtıldığında yapısal değişimlerin nasıl oluştuğunu sıcaklığa bağlı olarak izleme olanağı tanıyan bir analizdir.

Örnekler 20 °C'den 70 °C'ye kadar 5 °C/dak sabit hızla Peltier sistemiyle ısıtılmış, bu arada osilatöri reoloji ile iki modül değeri ve tand değerleri izlenmiştir. Aşağıda Şekil 24'te balmumu oleojelleri ve kontrol örneğinin grafikleri sunulmuştur. Örnekler ısıtılmaya başlandığında sıcaklık arttıkça her iki modül değerininde beklendiği gibi yavaş yavaş düşmeye başladığı görülmektedir. AYB örneğinde yumuşama yaklaşık 54 °C'de başlamış ve tam ergime yaklaşık 64 °C'de gerçekleşmiştir. Oleojellerde ergime, çarpraz nokta (crossover point) ile belirlenmektedir. Bu nokta $G' = G''$ olduğu noktadır. Grafikten bu kesişim noktaları okunabilmektedir. FYB örneği diğer oleojele göre daha düşük sıcaklıkta (52 °C) yumuşamaya başlamış ve yaklaşık 62 °C'de çarpraz noktaya ulaşmış yani ergimiştir. Öte yandan Kontrol örneği yaklaşık 38 °C'de yumuşamaya başlasa da tam ergimesi 70 °C'de gerçekleşmiştir.



Şekil 24. Balmumu oleojelatörüyle hazırlanan oleojeller ve kontrol (katı yağ) örneklerinin sıcaklık rampa testi grafikleri



Şekil 25. Monostearat oleojelatoruyla hazırlanan oleojeller ve kontrol (katı yağ) örneklerinin sıcaklık rampa testi grafikleri

Benzer şekilde monostearat oleojelleri için yapılan sıcaklık rampa grafikleri de Şekil 25'te sunulmuştur. AYM oleojeli yaklaşık 55 °C'de yumuşamaya başlamış ve çarpaz noktaya yaklaşık 70 °C'de erişmiştir. Benzer şekilde FYM örneği de 60 °C civarında yumuşamaya başlamış ve 70 °C'de tamamen ergimiştir. Görüldüğü gibi bu örneklerin ergime noktaları balmumu ile hazırlanan oleojellerden biraz daha yüksektir. Kullanılan yağlar aynı olduğu için bu durum katılan oleojelator farklılığından kaynaklanmaktadır. Monostearat jelatorü ergime noktasını biraz daha yükseltmiştir.

Sıcaklık rampa testi pratik olarak hazırlanan oleojellerin, katı yağ gibi sıcaklık arttıkça ergiyeceğini, ancak sıcaklık tekrar oda sıcaklığına düştüğünde jel yapının yeniden oluşacağını göstermektedir. Yani hamura katılan oleojel hamur içerisinde karıştırma ve yoğurma sonucunda homojen olarak dağıtılabilmekte ve fırında pişirme sırasında ergimektedir. Hamur molekülleri arasında pişme sırasında erimiş halde bulunan oleojel pişme işlemi sonunda ürün soğuduğunda ise termal geri-dönüşüm özelliği nedeniyle yeniden jelleşmekte, yani katı yağ benzeri yapıyı oluşturmaktadır. Bu durum katı yağa benzer bir davranış olup, katı yağ kullanımından beklenen faydaları sağlaması umulmaktadır. Bunun için gerçek ürün denemeleri de bu tez kapsamında yapılmıştır.

Poğaç Hamur Örneklerinin Tekstürel Özellikleri

Uzayabilirlik testi değerleri

Tablo 21. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Hamuru Örneklerinde Yapılan Uzayabilirlik Analizi Sonucu Elde Edilen Hamur Direnci, Uzama Kabiliyeti ve Hamur Enerjisi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Hamur Direnci	8	172,91	1670,18**	0,10
Uzama Kabiliyeti	8	14,77	172,37**	0,08
Hamur Enerjisi	8	1518,71	961,42**	1,58

** (p<0,01) düzeyinde önemli

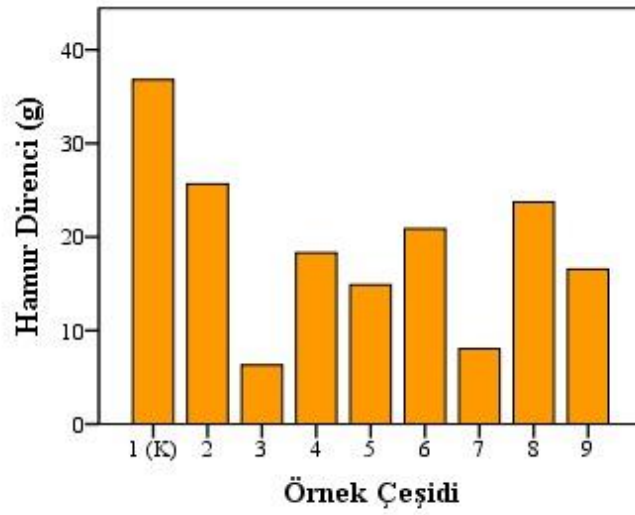
Tablo 21’de görüldüğü gibi poğaç formülasyonuna eklenen farklı yağ ikame maddeleri, poğaç hamuru örneklerinde yapılan uzayabilirlik testi sonuçlarından elde edilen hamur direnci, uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (p<0,01).

Tablo 21’de p<0,01 düzeyinde önemli olan poğaç formülasyonuna eklenen farklı yağ ikame maddeleri, poğaç hamuru örneklerinde yapılan uzayabilirlik testi sonuçlarından elde edilen hamur direnci, uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Poğaç Hamuru Örneklerinin Uzayabilirlik Testi Sonuçlarından Elde Edilen Hamur Direnci, Uzama Kabiliyeti ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

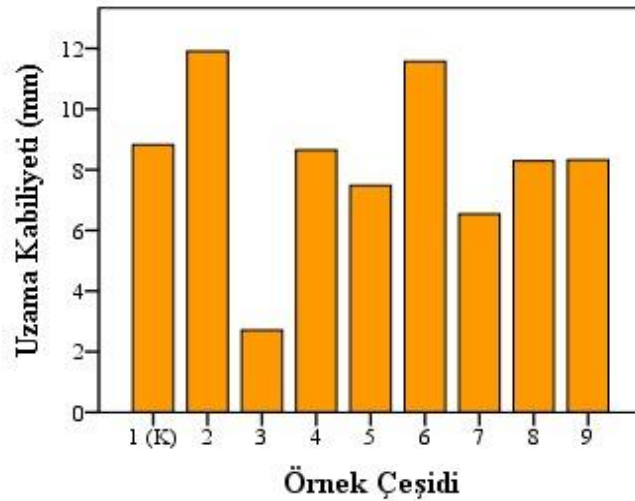
Örnek No	n	Hamur Direnci (g)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Hamur Enerjisi (g.s)
Kontrol	2	36,80a±0,25	8,82b±0,35	91,90a±2,00
2	2	25,65b±0,56	11,90a±0,12	77,89b±2,46
3	2	6,29i±0,98	2,71e±0,31	12,53h±0,23
4	2	18,30e±0,24	8,64b±0,08	56,60d±1,30
5	2	14,88g±0,67	7,48c±0,37	35,96f±0,43
6	2	20,86d±0,66	11,57a±0,29	74,56c±0,29
7	2	8,05h±0,53	6,54d±0,49	22,41g±0,53
8	2	23,73c±0,15	8,28b±0,15	76,93bc±1,20
9	2	16,54f±0,03	8,32b±0,16	45,26e±0,59

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p>0,05). Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.



Şekil 26. Poğaç hamuru örneklerinin hamur direnci değerlerindeki değişim

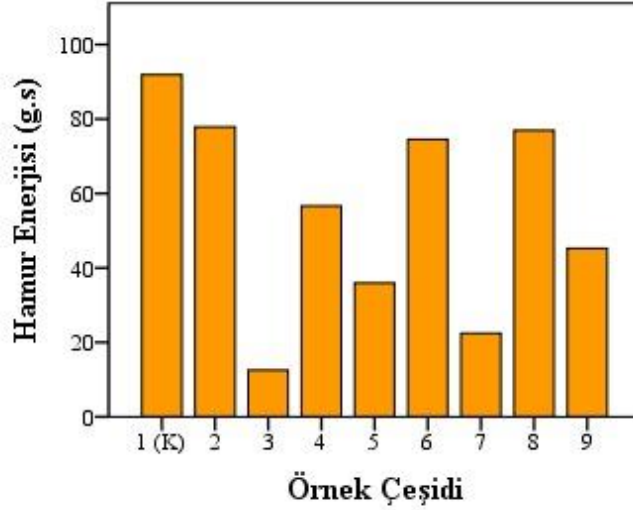
Tablo 22’de görüldüğü gibi poğaç hamurlarının hamur direnç (g) değerleri 6,29 ile 36,8 arasında belirlenmiştir. En yüksek hamur direnci değeri katı yağ içeren poğaç hamurunda (örnek 1), en düşük hamur direnci değeri ise %100 oranında AYB içeren poğaç hamurunda (örnek 3) görülmüştür. Formülasyon içerisindeki oleojel oranı arttıkça hamur direnci değerinin düştüğü belirlenmiştir. %50 oranında AYB oleojeli ikame edilerek üretilen poğaç hamurlarının (örnek 2) hamur direnci, %50 oranında AYM oleojeli ikameli poğaç hamurundan (örnek 4) daha yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 26).



Şekil 27. Poğaç hamuru örneklerinin uzama kabiliyeti değerlerindeki değişim

Tablo 22 ve Şekil 27’de görüldüğü gibi poğaç hamurlarının uzama kabiliyeti (mm) değerleri 2,71 ile 11,90 arasında belirlenmiştir. En düşük uzama kabiliyeti değeri, hamur direncine paralellik göstererek %100 oranında formülasyona ikame edilen AYB oleojeli kullanılan örnekte (örnek 3) görülmüştür. Ayçiçek yağı ve fındık yağına %50 oranında balmumu ilavesi (örnek 2 ve örnek 6) ile katı yağa göre uzama kabiliyeti yüksek hamurlar elde

edilmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere formülasyonda oleojel seviyesinin artması uzama kabiliyeti değerini düşürmüştür. FYM oleojeli ile üretilen hamurun oleojel ikame oranı, %50'den (örnek 8) %100'e (örnek 9) çıkarılmasına rağmen uzama kabiliyeti değeri diğer hamur örneklerinin tersine artış göstermiştir.



Şekil 28. Poğaç hamuru örneklerinin hamur enerjisi değerlerindeki değişim

Şekil 28'de görüldüğü gibi poğaç hamurlarının hamur enerjisi (g.s) değerleri, diğer analiz değerleriyle (hamur direnci ve uzama kabiliyeti) paralellik göstererek formülasyondaki oleojel oranı arttıkça düşmüştür. Kontrol hamur örneğinin (örnek 1) hamur enerjisi değerinin en yüksek, %100 oranında AYB oleojeli ikamesiyle üretilen hamur örneğinin (örnek 3) hamur enerjisi değerinin en düşük olduğu görülmüştür.

Yapışkanlık testi değerleri

Tablo 23. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Hamuru Örneklerinde Yapılan Yapışkanlık Analizi Sonucu Elde Edilen Yapışma Kuvveti, Adhezyon İş ve Uzama Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Yapışma Kuvveti	8	350,86	516,21**	0,68
Adhezyon İş	8	1,42	68,36**	0,02
Uzama	8	0,08	112,79**	0,00

** (p<0,01) düzeyinde önemli

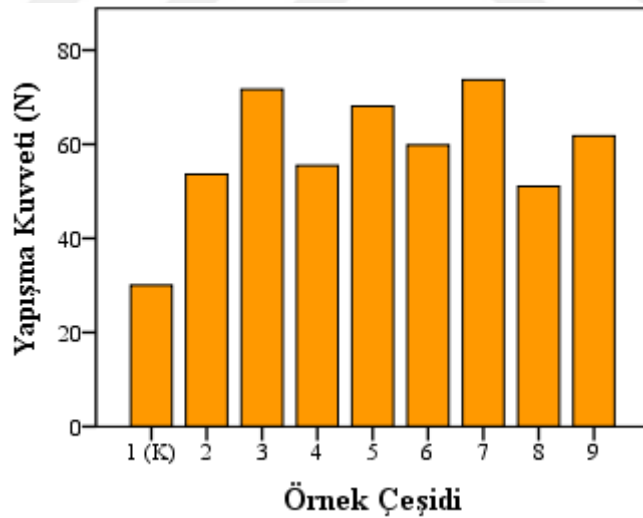
Tablo 23'te görüldüğü gibi poğaç formülasyonuna eklenen farklı yağ ikame maddeleri, poğaç hamuru örneklerinde yapılan yapışkanlık testi sonuçlarından elde edilen yapışma kuvveti, adhezyon iş ve uzama değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (p<0,01).

Tablo 23'te $p < 0,01$ düzeyinde önemli olan poğaç formülasyonuna eklenen farklı yağ ikame maddeleri, poğaç hamuru örneklerinde yapılan yapışkanlık testi sonuçlarından elde edilen yapışma kuvveti, adhezyon işi ve uzama değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. Poğaç Hamuru Örneklerinin Yapışkanlık Testi Sonuçlarından Elde Edilen Yapışma Kuvveti, Adhezyon İşi ve Uzama Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

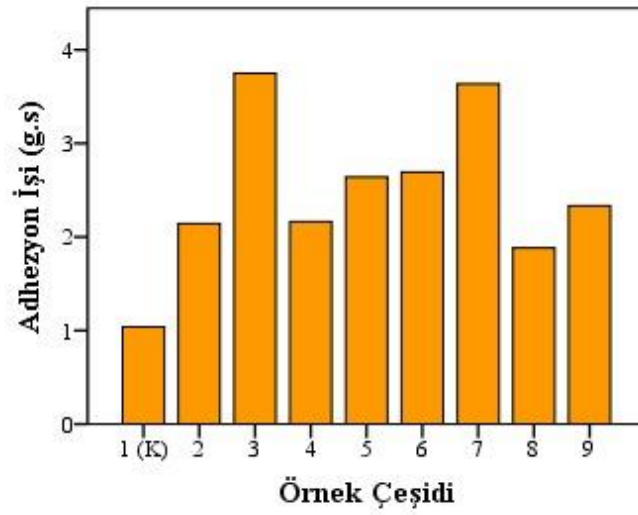
Örnek No	n	Yapışma Kuvveti (g)	Adhezyon İşi (g.s)	Uzama (mm)
Kontrol	2	30,05h±0,12	1,03f±0,01	0,62e±0,00
2	2	53,63f±0,47	2,14de±0,03	0,75d±0,01
3	2	71,63b±2,02	3,74a±0,34	1,07b±0,01
4	2	55,49f±0,37	2,16de±0,02	0,73d±0,00
5	2	68,07c±0,41	2,64bc±0,01	0,72d±0,00
6	2	59,84e±0,88	2,69b±0,04	0,87c±0,00
7	2	73,67a±0,46	3,63a±0,23	1,26a±0,07
8	2	51,07g±0,60	1,88e±0,00	0,77d±0,01
9	2	61,73d±0,32	2,33cd±0,79	0,72d±0,01

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p > 0,05$). Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.



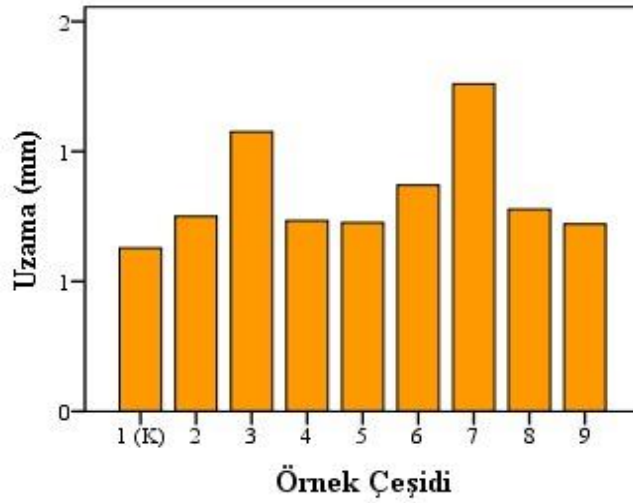
Şekil 29. Poğaç hamuru örneklerinin yapışma kuvveti değerlerindeki değişim

Tablo 24'te görüldüğü gibi poğaç hamurlarının yapışma kuvveti (g) değerleri 30,05 ile 73,6 arasında bulunmuştur. Katı yağ ile oluşturulan hamurun (kontrol örneği) yapışma kuvveti, ikame edilen oleojellerle oluşturulan hamurların yapışma kuvveti değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 29). En yüksek yapışma kuvveti %100 oranında FYB oleojeli ile üretilen hamur örneğinde (örnek 7) görülmüştür. Formülasyona oleojel ilave edilmesi ve oleojel seviyesinin artması yapışma kuvveti değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur.



Şekil 30. Poğaç hamuru örneklerinin adhezyon işi değerlerindeki değişim

Şekil 30’da görüldüğü gibi katı yağ ile üretilen poğaç hamurlarının (örnek 1), oleojel ikamesi ile üretilen örnek hamurlarına göre adhezyon işi değeri daha düşük değere sahiptir. Hamur örneklerinde oleojel seviyesinin artması adhezyon işini artırmıştır. Bu artışın balmumu oleojeli ile üretilen hamur örneklerinde (örnek 3 ve örnek 7) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 31. Poğaç hamuru örneklerinin uzama değerlerindeki değişim

Tablo 24’da görüldüğü gibi poğaç hamurlarının uzama (mm) değerleri 0,62 ile 1,26 arasında belirlenmiştir. Oleojel ikamesi ile üretilen hamur örneklerinin uzama değerleri, kontrol örneğine göre daha yüksek değerlere sahiptir. Hamur örneklerinde oleojel seviyesinin artışı, balmumu oleojeli kullanılarak üretilen poğaç hamurlarında (örnek3 ve örnek 7) uzama değerini artırırken, monostearat oleojeli kullanılarak üretilen hamur örneklerinin (örnek 5 ve örnek 9) uzama değerini düşürmüştür. Her iki sıvı yağa (ayçiçek ve fındık yağı) balmumu ilavesiyle elde edilen AYB ve FYB oleojellerinin, %100 oranında formülasyona ilavesi ile en yüksek uzama değerlerine sahip hamurlar (örnek 3 ve örnek 7) elde edilmiştir (Şekil 31).

Reolojik Analizler

Tablo 25. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaçı Hamuru Örneklerinde Yapılan Reoloji Analizi Sonucu Elde Edilen a ve p Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
a	8	779395637,30	738,35**	1055587,61
p	8	0,00	258,56**	4,528E-006

** (p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 25’te görüldüğü gibi poğaçı formülasyonuna eklenen farklı yağ ikame maddeleri, poğaçı hamuru örneklerinde yapılan reoloji testi sonuçlarından elde edilen a ve p değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (p<0,01).

Tablo 25’te p<0,01 düzeyinde önemli olan poğaçı formülasyonuna eklenen farklı yağ ikame maddeleri, poğaçı hamuru örneklerinde yapılan reoloji testi sonuçlarından elde edilen a ve p değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 26’da verilmiştir.

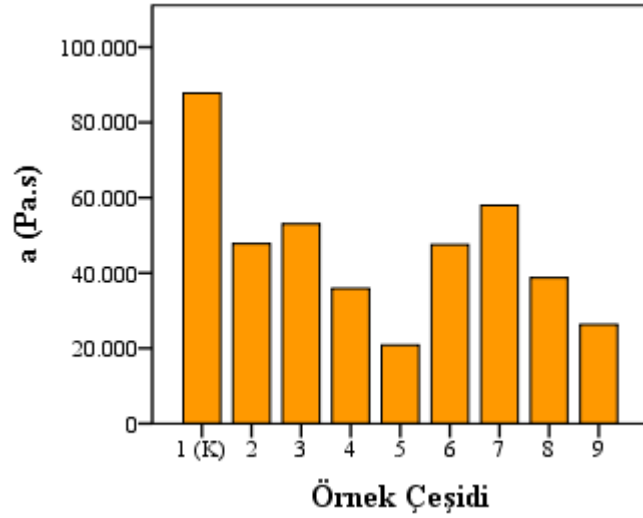
Tablo 26. Poğaçı Hamuru Örneklerinin Reoloji Testi Sonuçlarından Elde Edilen a ve p Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ve R² Değerleri

Örnek No	n	a	p	R ²
Kontrol	2	87750,50a±2,12	0,19g±0,00	0,99
2	2	47770,50d±1115,10	0,21ef±0,00	0,99
3	2	53059,00c±90,50	0,24c±0,00	0,99
4	2	35855,50f±1013,28	0,22e±0,00	0,99
5	2	20847,00h±533,15	0,26b±0,00	0,99
6	2	47525,00d±680,23	0,20f±0,00	0,99
7	2	57957,50b±2320,01	0,23c±0,00	0,99
8	2	38751,50e±907,20	0,22d±0,00	0,99
9	2	26291,00g±519,01	0,27a±0,00	0,99

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p>0,05). Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

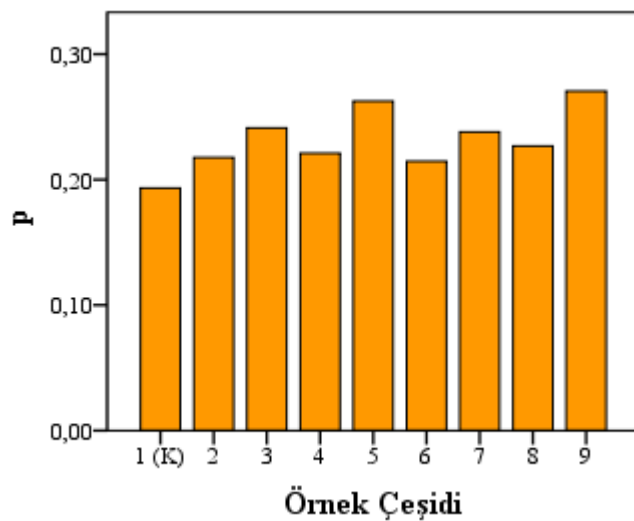
Hamur, yapı itibarıyla viskoz ve plastik özellik gösterir. Aynı zamanda yüksek derecede elastikiyet özelliği fazla olan viskoelastik yapıdadır. Hamurların reolojik özellikleri son ürün kalitesi, hamurun işlenebilirliği, pişirme performansı açısından çok önemlidir (Zhang et al. 2017). Poğaçı hamuru örneklerinde viskoelastik özellikleri belirlemek için dinamik frekans tarama testi yapılmıştır. Test sonucu elde edilen a değeri, hamur mukavemetini göstermektedir. $G^* = a(\omega)^p$ ile ifade edilen logaritmik grafikte (p) değerleri (G^*)’ nün frekansa (ω) bağımlılık derecesini göstermektedir. Ayrıca p değeri, hamurdaki moleküler etkileşimlerin stabilitesini hakkında bilgi vermektedir. p=0 olduğu durumda istikrarlı kovalent ağ yapısı, p>0 olduğu

durumlarda ise daha az kararlı bir ağ yapısını ve fiziksel bir bağlantı olduğunu göstermektedir. (Zhang et al. 2017; Zhang et al. 2018; Rahman et al. 2023; Zhang 2023).



Şekil 32. Poğaç Hamuru Örneklerinin a (Pa.s) Değerlerindeki Değişim

Tablo 26 ve Şekil 32’de katı yağ ile üretilen kontrol poğaç hamuru örneğinin hamur mukavemetinin, oleojellerle üretilen hamur örneklerinden oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Yağ çeşidi (ayçiçek ve fındık) fark etmeksizin balmumu içeren poğaç hamurlarının, monostearat içeren hamurlara göre hamur mukavemeti değerleri daha yüksektir. Poğaç hamurlarında oleojel seviyesinin artışı balmumu içeren örneklerin a değerini artırırken, monostearat içeren hamurların a değerlerini düşürmüştür. Bu duruma neden olarak monogliserit gibi emülgatörlerin karıştırma sırasında hamurlara daha fazla hava kabarcığı hapsedmesi gösterilebilir (Rodriguez-Hernandez *et al.* 2021; Zheng *et al.* 2023).



Şekil 33. Poğaç hamuru örneklerinin p değerlerindeki değişim

Tablo 26 ve Şekil 33’te görüldüğü gibi kontrol poğaç hamurunun p değeri, tüm oleojel ikameli poğaç hamurlarından daha düşüktür. Yani katı yağ ile üretilen poğaç hamurunun daha

kararlı bir ağ yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Oleojel ikameli hamur örneklerinin p değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, oleojel seviyesinin artması hamurların daha kararsız bir yapıya geçtiğini göstermektedir ($p>0$). En yüksek p değerleri %100 oranında AYM ve FYM oleojeli (örnek 5 ve örnek 9) içeren poğaç hamurlarında belirlenmiştir.

Poğaç örneklerinde ağırlık ve spesifik hacim değerleri

Tablo 27. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Örneklerinde Yapılan Ağırlık ve Hacim Ölçümleri Sonucu Elde Edilen Ağırlık ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Ağırlık	8	4,91	40,54**	0,12
Spesifik Hacim	8	0,77	69,68**	0,00

** ($p<0,01$) düzeyinde önemli

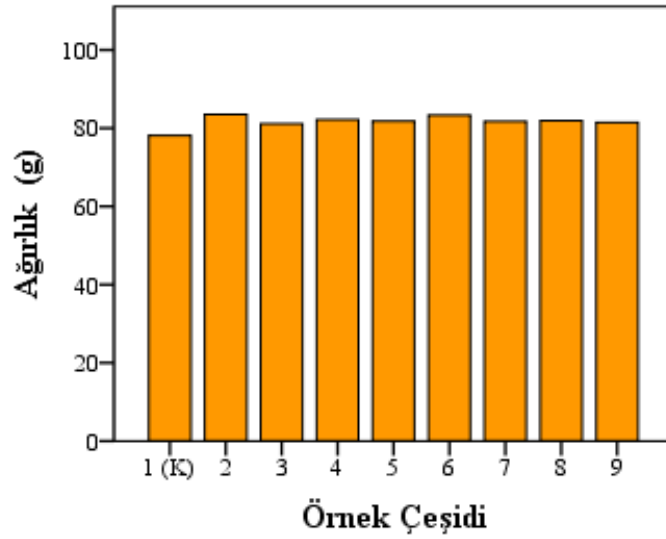
Tablo 27’de Farklı yağ ikame maddeleri, poğaç örneklerinde yapılan ağırlık ve hacim ölçümleri sonucu elde edilen ağırlık ve spesifik hacim değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0,01$).

Tablo 27’de $p<0,01$ düzeyinde önemli olan Farklı yağ ikame maddeleri, poğaç örneklerinde yapılan ağırlık ve hacim ölçümleri sonucu elde edilen ağırlık ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Örneklerinde Yapılan Ağırlık ve Hacim Ölçümleri Sonucu Elde Edilen Ağırlık ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

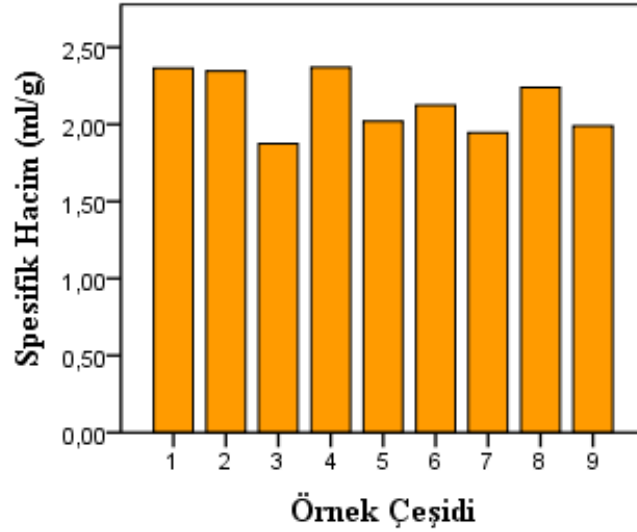
Örnek No	n	Ağırlık (g)	Spesifik Hacim(cm^3/g)
Kontrol	2	78,10d $\pm$ 0,14	2,36a $\pm$ 0,00
2	2	83,50a $\pm$ 0,42	2,34a $\pm$ 0,03
3	2	81,10c $\pm$ 0,14	1,87f $\pm$ 0,03
4	2	82,20b $\pm$ 0,56	2,37a $\pm$ 0,01
5	2	81,80bc $\pm$ 0,14	2,02d $\pm$ 0,01
6	2	83,35a $\pm$ 0,35	2,12c $\pm$ 0,04
7	2	81,70bc $\pm$ 0,28	1,94e $\pm$ 0,00
8	2	81,90bc $\pm$ 0,56	2,24b $\pm$ 0,02
9	2	81,45bc $\pm$ 0,07	1,99de $\pm$ 0,01

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$). Değerler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir.



Şekil 34. Poğaç örneklerinin ağırlık değerlerindeki değişim

Tablo 28’de görüldüğü gibi poğaç örneklerinin ağırlık değerleri 78,10 ile 83,5 arasında belirlenmiştir. Poğaçalarda oleojel kullanımı ağırlık kaybının düşmesine neden olduğu görülmüş, oleojel seviyesinin artışı ağırlık kaybını artırmış ancak en yüksek ağırlık kaybı katı yağ içeren kontrol örneğinde görülmüştür (Şekil 34). Eroğlu ve Özdemir (2024) yaptıkları çalışmada, keklere oleojel ilavesinin nem kaybına karşı bariyer görevi görmesi ve buna bağlı olarak pişme kayıplarının azaldığını bildirmişlerdir.



Şekil 35. Poğaç örneklerinin spesifik hacim değerlerindeki değişim

Şekil 35’te görüldüğü gibi %50 AYM oleojeli içeren (örnek 4) poğaç örneği katı yağ (örnek 1) ile üretilen poğaç örneğine benzer spesifik hacim değerine sahiptir. Oleojel seviyesindeki artış poğaç örneklerinde spesifik hacmi düşürücü yönde etkili olmuştur. Poğaç örneklerinin spesifik hacmini ayçiçek yağı ile üretilen oleojeller, fındık yağı ile üretilen oleojellere göre daha çok artırmıştır. %50 oranında monostearat içeren oleojellerden üretilen

poğaça örneklerinin spesifik hacim değerleri, %50 oranında balmumu içeren örneklerle göre daha yüksektir.

Poğaça örneklerinde renk analiz sonuçları

Tablo 29. Katı yağ ve Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaça Örneklerinin Kabuk ve İç Kısımlarının *L*, *a*, *b* Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
<i>L</i> (kabuk)	8	20,96	48,04**	0,43
<i>a</i> (kabuk)	8	6,84	248,02**	0,02
<i>b</i> (kabuk)	8	9,35	129,27**	0,07
<i>L</i> (iç)	8	7,23	103,02**	0,07
<i>a</i> (iç)	8	0,08	59,38**	0,00
<i>b</i> (iç)	8	0,54	28,71**	0,01

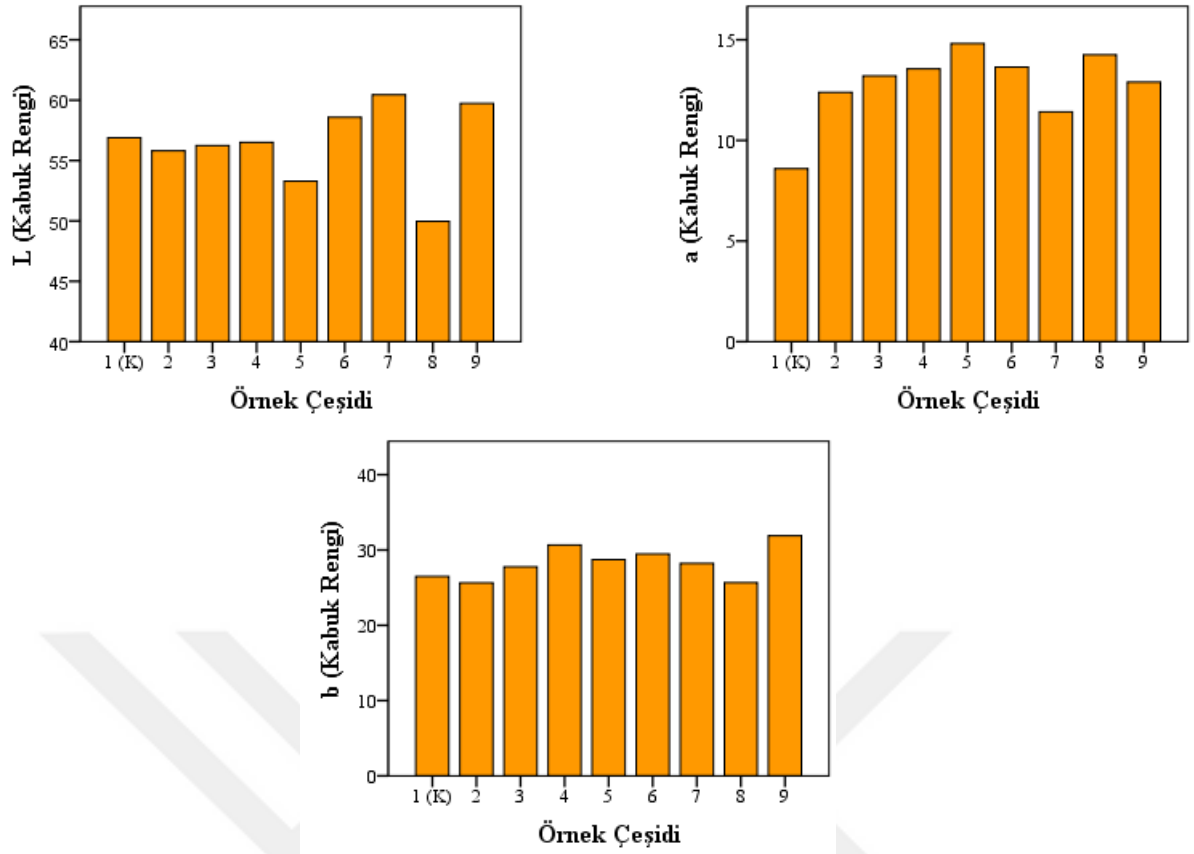
** ($p<0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 29'da görüldüğü gibi farklı sıvı yağ ve jelleştirici maddelerin ilavesi oleojel örneklerinin *L*, *a*, *b* renk değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,01$).

Tablo 30. Katı yağ ve Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaça Örneklerinin Kabuk ve İç Kısımlarının *L*, *a*, *b* Renk Değerleri Ortalamalarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

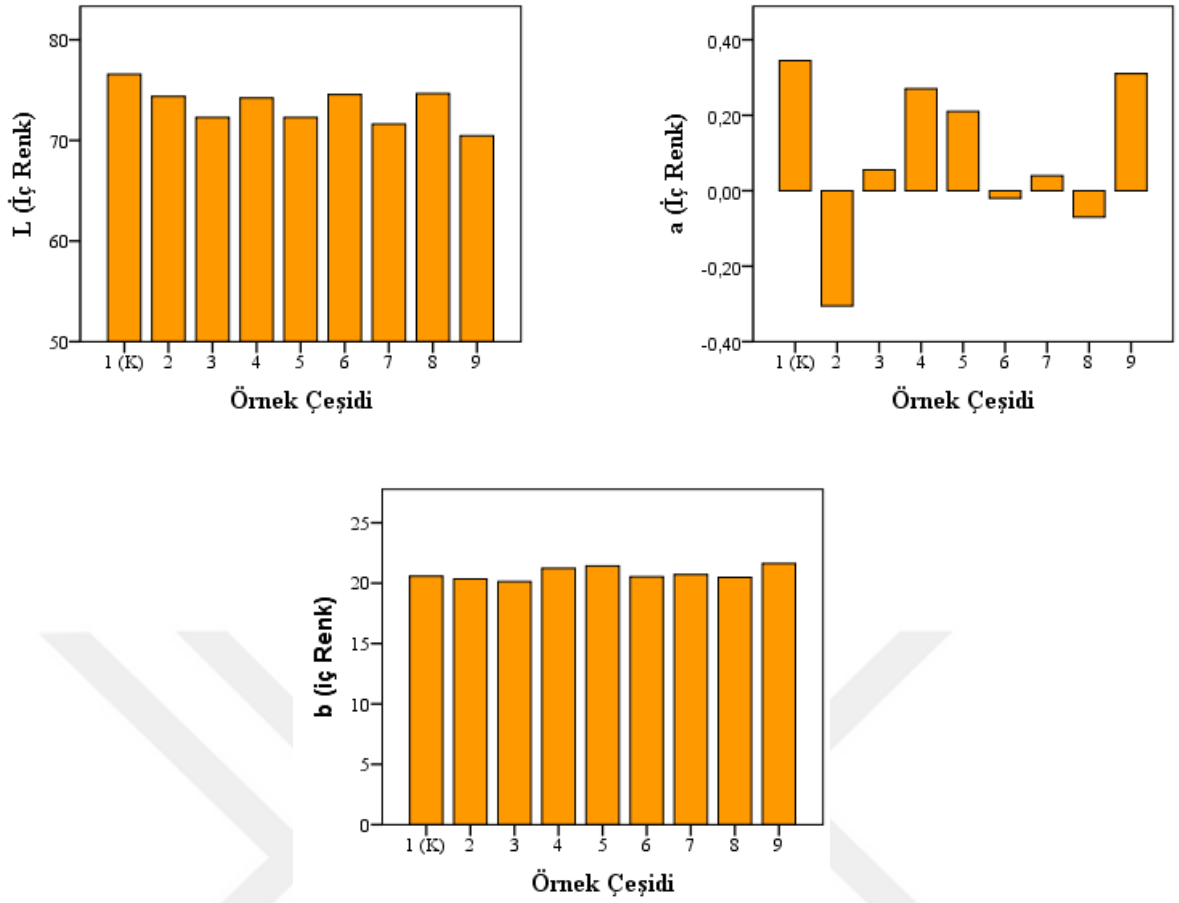
Örnek No	n	Kabuk Rengi			İç Renk		
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Kontrol	2	56,88c±0,93	8,59h±0,04	26,49f±0,02	76,57a±0,10	0,34a±0,03	20,58cd±0,33
2	2	55,80c±1,02	12,38f±0,33	25,64g±0,14	74,38b±0,53	-0,30e±0,00	20,34de±0,04
3	2	56,24c±0,88	13,21de±0,19	27,76e±0,31	72,27c±0,26	0,05c±0,04	20,13e±0,04
4	2	56,50c±0,50	13,55cd±0,17	30,65b±0,14	74,22b±0,11	0,27ab±0,01	21,23b±0,00
5	2	53,29d±0,30	14,81a±0,02	28,72d±0,28	72,28c±0,09	0,21b±0,08	21,43ab±0,01
6	2	58,58b±0,78	13,65d±0,24	29,46c±0,63	74,56b±0,21	-0,02cd±0,01	20,52cd±0,14
7	2	60,44a±0,38	11,42g±0,07	28,21de±0,09	71,62d±0,04	0,04c±0,04	20,71c±0,11
8	2	49,96e±0,33	14,25b±0,00	25,67g±0,07	74,65b±0,43	-0,07d±0,01	20,48cd±0,07
9	2	59,72ab±0,03	12,89e±0,03	31,88a±0,08	70,46e±0,04	0,31a±0,01	21,63a±0,09

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır ($p>0,05$). Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.



Şekil 36. Poğaç örneklerinin *L* (kabuk), *a* (kabuk) ve *b* (kabuk) renk değerlerindeki değişim

Tablo 30 ve Şekil 36’da görüldüğü gibi açıklık ve koyuluk yoğunluğunun bir ölçütü olan *L* (kabuk) renk değeri katı yağ ve bazı oleojeller ile üretilen hamur örneklerinde benzer değerlere sahipken, en yüksek %100 oranında FYB oleojeli içeren poğaç örnekğinde (örnek 7), en düşük ise %50-%50 oranında Katı yağ- FYM oleojeli içeren poğaç örnekğinde (örnek 8) bulunmuştur. Kırmızı/yeşil renk yoğunluğunun göstergesi olan *a* (kabuk) renk değeri en yüksek %100 oranında AYM oleojeli ilaveli poğaçada (örnek 5), en düşük ise kontrol örnekğinde (örnek 1) belirlenirken sarı/mavi renk yoğunluğunu ifade eden *b* (kabuk) renk değeri en yüksek %100 oranında FYM oleojeli içeren poğaç (örnek 9) örnekğinde tespit edilmiştir.



Şekil 37. Poğaç örneklerinin L (iç), a (iç) ve b (iç) renk değerlerindeki değişim

Tablo 30 ve Şekil 37’de görüldüğü gibi L (iç) renk değeri en yüksek katı yağ içeren kontrol poğaç örnekğinde (örnek 1), en düşük ise %100 oranında FYM oleojeli içeren poğaç örnekğinde (örnek 9) bulunmuştur. a (iç) renk değeri en yüksek katı yağ ilaveli kontrol örneği poğaçada, en düşük ise %50-%50 Katı yağ- AYB oleojeli içeren poğaç örnekğinde (örnek 2) belirlenirken, b (iç) renk değeri b (kabuk) renk değeri ile paralellik göstererek en yüksek %100 oranında FYM oleojeli içeren poğaç örnekğinde (örnek 9) tespit edilmiştir.

Poğaç örneklerinde TPA (tekstür profil analizi) değerleri

Tablo 31. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaç Örneklerinde 1., 5. ve 7. Günlerde Yapılan TPA Analizi Sonucu Elde Edilen Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet, Çiğnenebilirlik ve Sakızımsılık Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnek No	Depolama Süresi (gün)	Sertlik (N)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)	Sakızımsılık (N)
1	1	21,18±0,07	0,42±0,01	0,77±0,00	7,05±0,19	9,09±0,21
	5	34,46±0,05	0,36±0,00	0,74±0,00	9,47±0,16	12,71±0,12
	7	30,90±0,01	0,42±0,00	0,78±0,00	10,30±0,00	13,16±0,04
2	1	11,34±0,26	0,44±0,00	0,74±0,00	3,75±0,09	5,01±0,12
	5	10,16±0,02	0,45±0,00	0,83±0,00	3,88±0,02	4,66±0,00
	7	13,54±0,12	0,45±0,00	0,82±0,00	5,10±0,04	6,20±0,07
3	1	28,77±0,03	0,43±0,00	0,63±0,00	7,81±0,11	12,37±0,03
	5	36,57±0,20	0,40±0,00	0,64±0,00	9,60±0,08	14,97±0,09
	7	32,36±0,07	0,43±0,00	0,67±0,00	9,49±0,16	14,06±0,18
4	1	9,14±0,08	0,38±0,03	0,77±0,00	2,71±0,24	3,48±0,33
	5	12,29±0,11	0,42±0,01	0,79±0,00	4,13±0,14	5,22±0,18
	7	13,37±0,21	0,47±0,00	0,82±0,00	5,24±0,10	6,38±0,14
5	1	10,65±0,35	0,45±0,00	0,67±0,00	3,25±0,12	4,81±0,23
	5	13,40±0,04	0,43±0,00	0,70±0,00	4,10±0,04	5,81±0,07
	7	13,10±0,04	0,46±0,00	0,77±0,00	4,75±0,01	6,12±0,01
6	1	14,40±0,51	0,44±0,00	0,75±0,02	4,89±0,09	6,46±0,30
	5	15,76±0,09	0,41±0,01	0,77±0,00	5,13±0,12	6,59±0,15
	7	16,59±0,35	0,47±0,01	0,81±0,00	6,47±0,28	7,94±0,34
7	1	19,65±0,30	0,47±0,00	0,63±0,01	5,98±0,13	9,41±0,05
	5	22,67±0,43	0,36±0,00	0,69±0,00	5,79±0,08	8,32±0,19
	7	27,76±0,31	0,40±0,01	0,71±0,00	7,96±0,38	11,17±0,48
8	1	10,69±0,36	0,36±0,00	0,68±0,01	2,66±0,01	3,87±0,10
	5	15,79±0,18	0,42±0,00	0,74±0,00	4,95±0,11	6,64±0,14
	7	15,92±0,00	0,44±0,00	0,79±0,00	5,59±0,13	7,02±0,07
9	1	11,51±0,59	0,44±0,02	0,66±0,01	3,37±0,30	5,11±0,58
	5	20,85±0,05	0,45±0,00	0,71±0,01	6,75±0,08	9,43±0,05
	7	18,80±0,40	0,51±0,00	0,73±0,00	7,18±0,01	9,74±0,07

Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Tablo 31’de farklı yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen poğaç örneklerinde 1., 5. ve 7. günlerde yapılan TPA (Tekstür Profil Analizi) sonucu elde edilen sertlik, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerleri ortalamaları verilmiştir.

Tablo 32. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaçı Örneklerinde 1., 5. Ve 7. Günlerde Yapılan TPA Analizi Sonucu Elde Edilen Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet, Çiğnenebilirlik ve Sakızımsılık Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Sertlik (N)		Kohesivlik		Elastikiyet	
		KO	F	KO	F	KO	F
Örnek Çeşidi (A)	8	367,26	5486,22**	0,003	27,33**	0,017	280,13**
Depolama Süresi (B)	2	148,88	2224,02**	0,007	62,83**	0,019	311,41**
AXB	16	12,29	183,61**	0,002	17,90**	0,001	14,85**
Hata	27		0,06		0,00		6,181E-005

** (p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 32. (devam)

Varyasyon Kaynakları	SD	Çiğnenebilirlik (N)		Sakızımsılık (N)	
		KO	F	KO	F
Örnek Çeşidi (A)	8	23,42	960,58**	58,01	1219,92**
Depolama Süresi (B)	2	23,80	975,79**	28,19	592,87**
AXB	16	0,88	36,30**	2,04	43,04**
Hata	27		0,02		0,04

** (p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 32’de farklı yağ ikame maddeleri, poğaçı örneklerinde 1., 5. ve 7. günlerde yapılan TPA analizi sonucu elde edilen sertlik, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (p<0,01).

Değişkenlere ait sertlik, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 33 ve Tablo 34’te verilmiştir.

Tablo 33. Örnek Çeşidi Değişkeninin Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet, Çiğnenebilirlik ve Sakızımsılık Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnek No	n	Sertlik (N)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)	Sakızımsılık (N)
Kontrol	6	28,85b	0,41d	0,77c	8,95a	11,66b
2	6	11,68h	0,45b	0,80a	4,25e	5,30h
3	6	32,57a	0,42c	0,65h	8,97a	13,81a
4	6	11,60h	0,43c	0,80a	4,03f	5,03ı
5	6	12,39g	0,45b	0,72e	4,04f	5,59g
6	6	15,59e	0,45b	0,78b	5,50d	7,01e
7	6	23,36c	0,42cd	0,68g	6,58b	9,64c
8	6	14,14f	0,41d	0,74d	4,41e	5,85f
9	6	17,06d	0,47a	0,71f	5,77c	8,10d

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

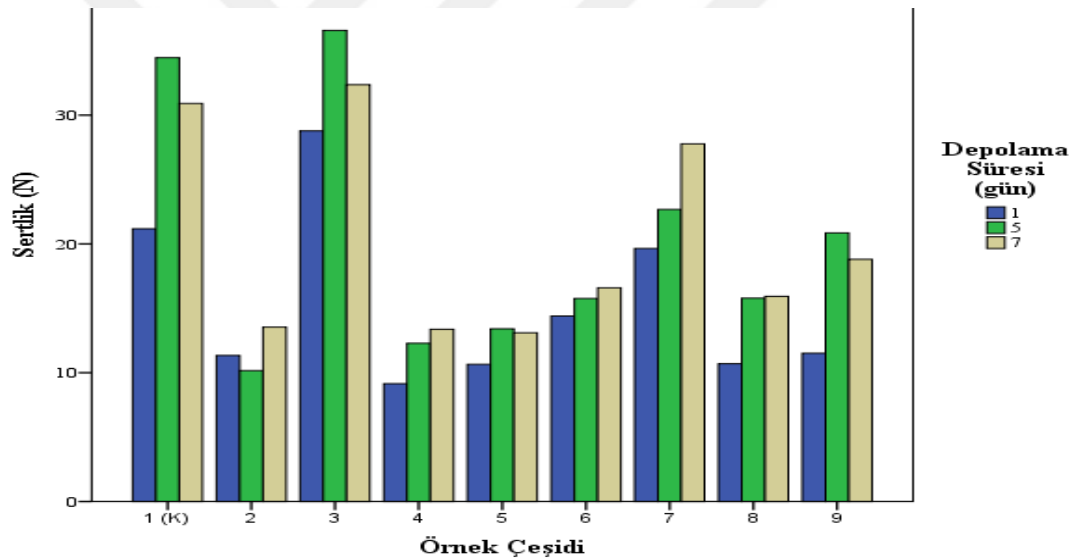
Tablo 34. Depolama Süresi Değişkeninin Sertlik, Yapışkanlık, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Sertlik (N)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)	Sakızımsılık (N)
1	18	15,26b	0,43b	0,71c	4,62c	6,63c
5	18	20,22a	0,42c	0,74b	5,98b	8,27b
7	18	20,26a	0,46a	0,77a	6,90a	9,09a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Depolama süresi arttıkça poğaça örneklerinin sertlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerleri artmış, kohesivlik değeri 5. gün ölçümlerinde azalırken 7. gün ölçümlerinde artmıştır.

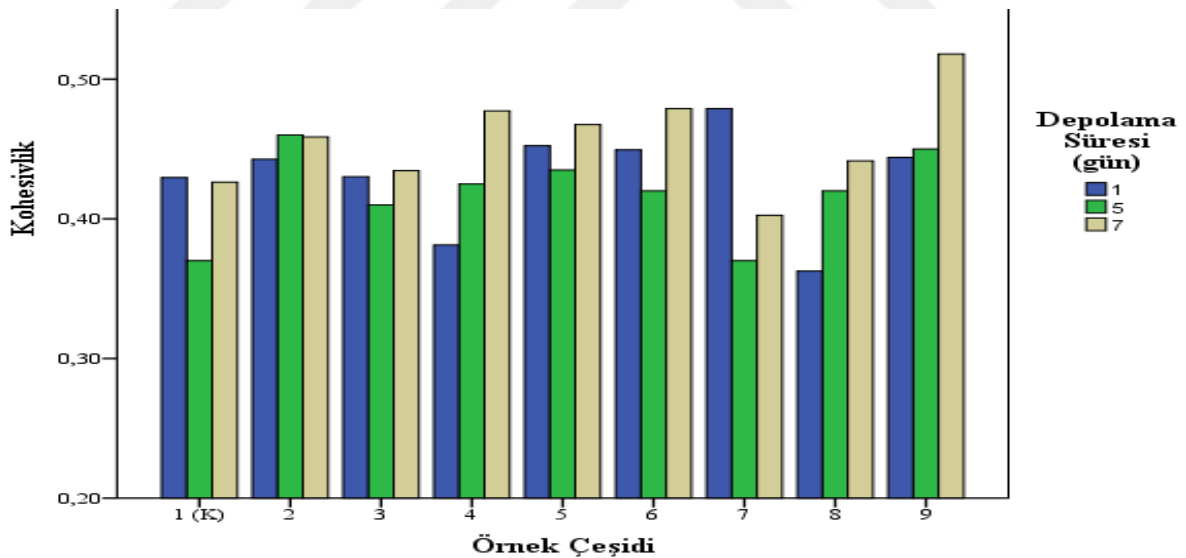
Poğaça örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu, sırasıyla Şekil 38, Şekil 39, Şekil 40, Şekil 41 ve Şekil 42’de verilmiştir.



Şekil 38. Poğaça örneklerinin sertlik değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Tablo 31’de görüldüğü üzere farklı yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen poğaçaların 1., 5. ve 7. günlerde sertlik değerleri 9,14 ile 36,57 arasında değişmektedir. Katı yağa en yakın sertlik değeri %100 AYB oleojeli içeren poğaça örneğinde tespit edilmiştir. Özdemir (2021) yaptığı çalışmada, farklı vakslarla oluşturulan oleojellerin bisküvi kalitesine etkisini araştırmış, katı yağ yerine %100 AYB oleojeli ilavesi ile üretilen bisküvilerin sertlik değerlerini, kontrol örneğine (katı yağ) en yakın değer olarak tespit etmiştir. 3 numaralı poğaça örneği (%100 AYB oleojeli içeren) hariç örneklere oleojel ikamesi sertlik değerlerini düşürmüştür (Şekil 38). Eroğlu ve Özdemir (2024) yaptıkları çalışmada, katı yağa %50 oleojel ikamesi ile üretilen keklerin sertlik değerinin düştüğünü bildirmişlerdir. Buna bağlı olarak daha

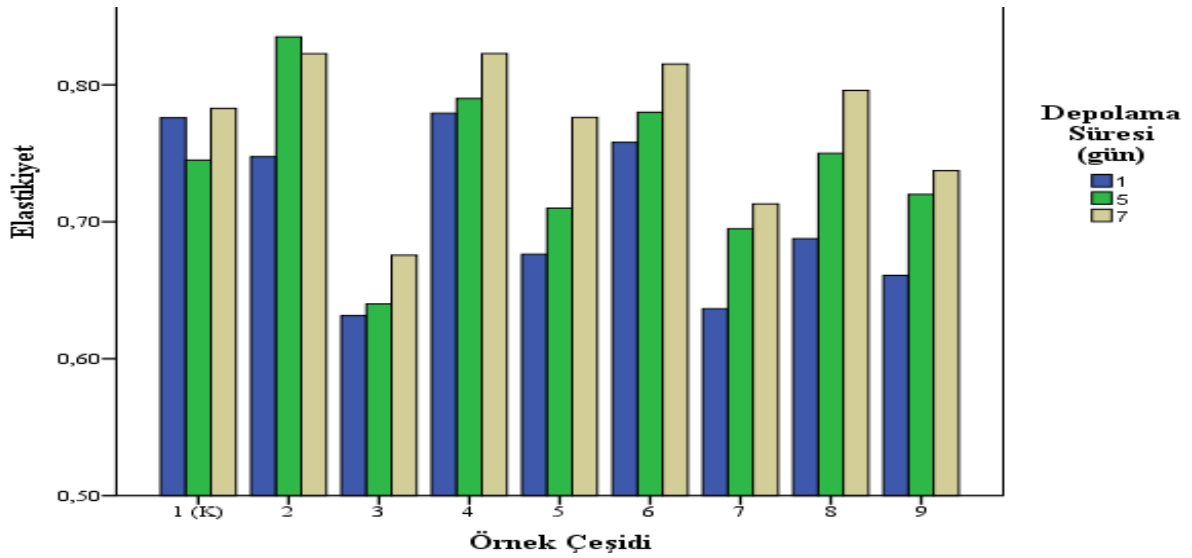
yumuşak yapı gösteren kek örneklerinde elastikiyet değerleri de artmıştır (Faber *et al.* 2017). Bu çalışmalarda elde edilen bulgular, çalışmamızdaki sonuçları desteklemektedir. Poğaça örneklerinde oleojel seviyesinin artması sertlik değerini artırmıştır. Rodriguez-Hernandez *et al.* (2021); Zheng *et al.* (2023) yaptıkları çalışmalarda, monogliserit gibi emülgatörlerin, karıştırma sırasında hamurlara daha fazla hava kabarcığı ekleyerek unlu mamullerin yumuşaklığını artırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalara paralel olarak, çalışmamızda monostearat içeren oleojeller ile üretilen poğaça örneklerinin sertlik değerleri, balmumu içeren oleojeller ile üretilen poğaça örneklerinin sertlik değerlerinden daha düşük çıkmıştır (Tablo 33). Oleojel ikamesi %100 oranında olan 3, 5 ve 9 numaralı poğaça örneklerinin sertlik değerleri 5. günden sonra düşmüştür. 5. ve 7. Günlerdeki sertlik değeri ortalamaları istatistiksel olarak birbirine benzerdir (Tablo 34). Yağ çeşidi fark etmeksizin balmumu ile oluşturulan oleojellerin, delme testi sonucunda elde edilen sertlik değerleri monostearat ile oluşturulan oleojellere göre yüksek çıkmıştır. Katı yağ yerine %100 AYB oleojeli ve %100 FYB oleojeli kullanımı poğaça örneklerinde spesifik hacim değerlerini düşürmüştür, bu örneklerin (örnek 3 ve örnek 7) sertlik değerleri de Şekil 38’de görüldüğü gibi yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlardan anlaşılabileceği gibi formülasyonda balmumu oleojeli seviyesinin %50’den %100’e çıkarılması poğaça örneklerinin spesifik hacmini düşürmüştür ve daha sert poğaçalar elde edilmesine neden olmuştur.



Şekil 39. Poğaça örneklerinin kohesivlik değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu

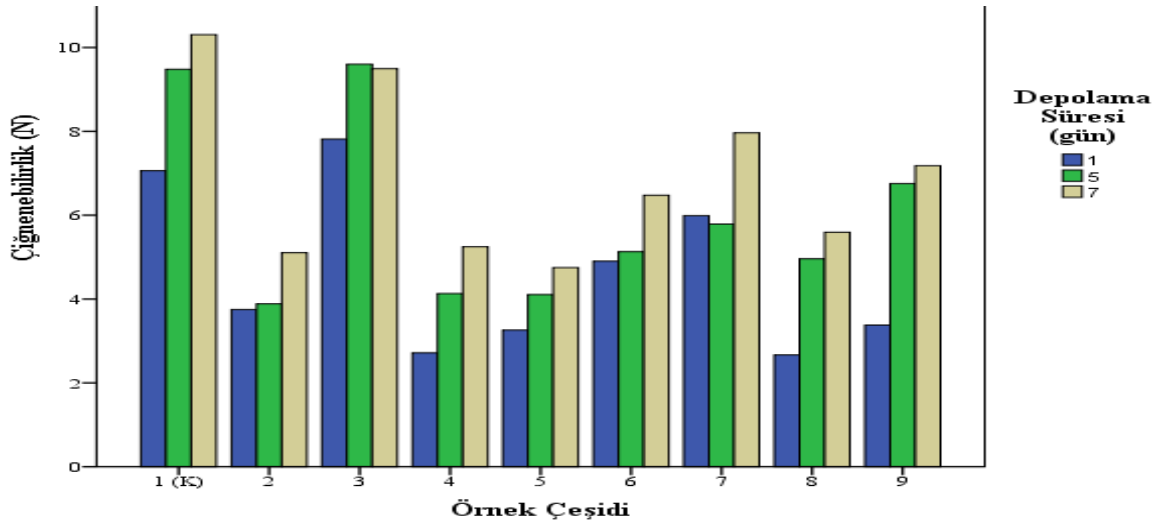
Kohesivlik değeri maddenin ilk deformasyonu sonrası maruz bırakılan ikinci deformasyona dayanıklılığını gösterir (Karaoğlu 2010). Kontrol poğaça örneği ile %50 FYM oleojeli içeren poğaça örneğinin (örnek 8) kohesivlik değerleri aynı olup diğer oleojellerle üretilen örneklerin kohesivlik değerleri yüksek çıkmıştır. Balmumu ile üretilen oleojellerde seviye artışı kohesivlik değerini düşürürken, monostearat ile üretilen oleojellerde kohesivlik

değerleri artmıştır. Katı yağa %50 AYM (örnek 4) ve %50 FYM oleojeli ikamesi (örnek 8), poğaça örneklerinin 1.gün kohesivlik değerlerini düşürmüştür. %100 FYM oleojeli ile üretilen poğaça (örnek 9) örneğinde 7. gün kohesivlik değeri en yüksek değer olarak görülmüştür. Her iki sıvı yağa (ayçiçek ve fındık yağı) balmumu ilavesiyle üretilen oleojellerin poğaça formülasyonunda ikame oranının artırılması kohesivlik değerlerini düşürürken, monostearat ilavesiyle üretilen oleojellerin ikame oranının artışı kohesivlik değerini artırmıştır. Kohesivlik değerinin artışı, ufalanmaya karşı daha fazla direnç gösterildiğini gösterir (Alvarez-Ramirez *et al.* 2020). Poğaça örneklerinin kohesivlik değerleri depolamanın 5. gününde yapılan analizlerde düşmüş, 7. gün yapılan analizlerde artış göstermiştir (Tablo 34).



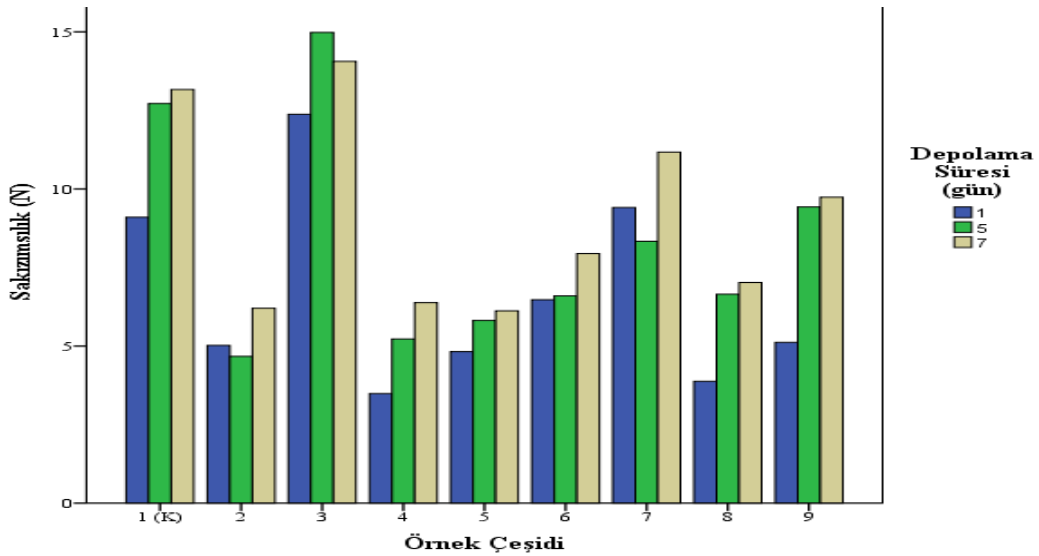
Şekil 40. Poğaça örneklerinin elastikiyet değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Elastikiyet, bir gıda maddesine uygulanan sıkıştırma sonrası eski yüksekliğine ne kadar çıkabileceğini gösteren ifadedir (Erdemir ve Karaoğlu 2021). Şekil 40'ta görüldüğü gibi kontrol örneği olan katı yağa %50 seviyesinde oleojel ikamesi genel olarak elastikiyet değerlerini artırmıştır. Gerçekaslan ve Ergen (2021) yaptıkları çalışmada, kabak çekirdeği yağı ile farklı oleojelatörler kullanarak oleojeller oluşturmuş ve kek üretiminde kullanım imkanını araştırmışlardır. Oleojel kullanımının keklerin sertlik değerlerini düşürürken, esneklik, elastikiyet ve kohesivlik değerlerini de artırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, çalışmamızı destekler niteliktedir. Her iki sıvı yağa (ayçiçek ve fındık yağı) balmumu ilavesiyle üretilen oleojellerin poğaça formülasyonunda ikame oranının artırılması elastikiyet değerlerini düşürürken, monostearat ilavesiyle üretilen oleojellerin ikame oranının artışı elastikiyet değerini düşürmüştür. Tablo 34'te görüldüğü gibi depolama süresinin artışı elastikiyet değerlerini artırmıştır. Ancak poğaça örneklerinde oleojel ikame oranının artışı depolamanın 1., 5. ve 7. günlerinde elastikiyet değerlerinin düşmesine neden olmuştur.



Şekil 41. Poğaça örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi etkisi

Sertlik, elastikiyet ve kohesivlik değerleri çarpımıyla hesaplanan çiğnenebilirlik, bir gıdanın yutulmaya hazır hale gelmesi için gerekli olan çiğneme enerjisinin bir göstergesidir (Erdemir ve Karaoğlu 2021). Tablo 33'te görüldüğü gibi %100 AYB oleojeli ile üretilen poğaça örneği (örnek 3) ile kontrol örneğinin (örnek 1) çiğnenebilirlik değerleri istatistiksel olarak benzerdir. Poğaça örneklerinin en yüksek çiğnenebilirlik değeri kontrol örneğinin 7. gün ölçülen değeri iken, en düşük değer %50 FYM oleojeli ile üretilen poğaça örneğinin (örnek 8) 1. gün değeri olmuştur. Poğaça formülasyonunda oleojel ikame oranının artması çiğnenebilirlik değerlerinin düşmesine neden olmuştur. %100 AYB ve %100 FYB oleojeli ikameli poğaça örnekleri (örnek 3 ve örnek 7) hariç depolama süresi arttıkça çiğnenebilirlik değerleri artmıştır (Şekil 41). Çiğnenebilirlik değerlerindeki değişim Tablo 33'te görüldüğü gibi sertlik değerleri ile paralellik göstermiştir.



Şekil 42. Poğaça örneklerinin sakızlımsılık değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi etkisi

Şekil 42’de görüldüğü gibi %100 AYB oleojeli ikameli poğaçâ örneği (örnek 3) en yüksek sakızimsılık değeri sahtiptir. Poğaçâ formülasyonunda oleojel ikame oranının artması sakızimsılık değeri artırmıştır (Tablo 33). AYB oleojelinin ikame oranının artışı diğeri poğaçâ örneklerine göre sakızimsılık değeri yüksek bir artışa neden olmuş, kontrol örneğinin sakızimsılık değeri üzerine çıkmıştır. Tablo 34’te görüldüğü gibi depolama süresinin artışı sakızimsılık değeri ortalamalarını artırmıştır.

Poğaçâ örneklerinde delme testi değeri

Tablo 35. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaçâ Örneklerinde 1., 5. ve 7. Günlerde Yapılan Delme Analizi Sonucu Elde Edilen Delme Kuvveti, Delme İşi ve Yapışma İşi Değeri Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnek No	Depolama Süresi (gün)	Delme Kuvveti (N)	Delme İşi (g.s)	Yapışma İşi (g.s)
Kontrol	1	4,86±0,03	1403,11±1,22	3,52±0,24
	5	5,31±0,05	1810,66±73,34	6,96±0,73
	7	4,49±0,02	1547,89±4,41	4,25±0,07
2	1	2,14±0,00	817,57±0,09	1,3±0,01
	5	2,88±0,12	805,95±11,97	3,49±0,35
	7	2,82±0,00	955,35±4,13	1,22±0,09
3	1	2,75±0,06	1170,68±38,90	1,94±0,04
	5	4,76±0,02	1833,34±91,56	3,39±0,15
	7	4,79±0,00	1827,68±36,64	2,21±0,23
4	1	1,92±0,01	839,42±1,36	1,61±0,17
	5	2,01±0,01	828,14±13,76	2,46±0,05
	7	3,25±0,02	1131,95±2,66	1,28±0,05
5	1	2,47±0,01	957,24±16,55	4,22±0,17
	5	2,81±0,02	1115,85±14,02	2,59±0,54
	7	2,53±0,02	1045,52±0,00	1,42±0,05
6	1	2,35±0,01	837,41±20,30	1,48±0,08
	5	3,83±0,02	1269,69±4,58	1,67±0,07
	7	3,38±0,01	1238,88±12,21	1,65±0,49
7	1	3,02±0,03	1026,18±1,01	1,31±0,21
	5	3,37±0,00	1425,61±4,08	1,72±0,20
	7	3,54±0,02	1271,68±42,35	1,47±0,29
8	1	2,54±0,01	747,09±17,35	1,85±0,04
	5	2,22±0,10	973,08±33,24	1,58±0,14
	7	2,42±0,01	845,22±40,72	1,19±0,05
9	1	2,43±0,04	762,35±12,39	2,61±0,02
	5	2,51±0,00	1122,63±22,09	1,58±0,07
	7	2,57±0,02	1149,53±16,81	1,60±0,01

Değeri ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Tablo 36. Farklı Yağ İkame Maddeleri Kullanılarak Üretilen Poğaçı Örneklerinde 1., 5. Ve 7. Günlerde Yapılan Delme Analizi Sonucu Elde Edilen Delme Kuvveti, Delme İşı ve Yapışma İşı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Delme Kuvveti		Delme İşı		Yapışma İşı	
		KO	F	KO	F	KO	F
Örnek Çeşidi (A)	8	4,44	4521,77**	496065,99	561,50**	6,94	113,77**
Depolama Süresi (B)	2	1,96	1998,37**	478867,76	542,03**	4,71	77,35**
AXB	16	0,49	498,29**	37400,68	42,33**	1,50	24,66**
Hata	27		0,00		883,46		0,06

Tablo 36’da farklı yağ ikame maddeleri, poğaçı örneklerinde 1., 5. ve 7. günlerde yapılan delme analizi sonucu elde edilen delme kuvveti, delme ışı ve yapışma ışı değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0,01$).

Değişkenlere ait delme kuvveti, delme ışı ve yapışma ışı değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 40 ve Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 37. Örnek Çeşidi Değişkeninin Delme Kuvveti, Delme İşı ve Yapışma İşı Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnek No	n	Delme Kuvveti (N)	Delme İşı (g.s)	Yapışma İşı (g.s)
Kontrol	6	4,84a	1587,22a	4,92a
2	6	2,64e	859,63f	2,01c
3	6	4,11b	1610,57a	2,52b
4	6	2,40g	933,17e	1,79cd
5	6	2,61e	1039,54d	2,75b
6	6	3,19d	1115,33c	1,60d
7	6	3,31c	1241,16b	1,51d
8	6	2,36h	855,13f	1,55d
9	6	2,51f	1011,50d	1,93c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

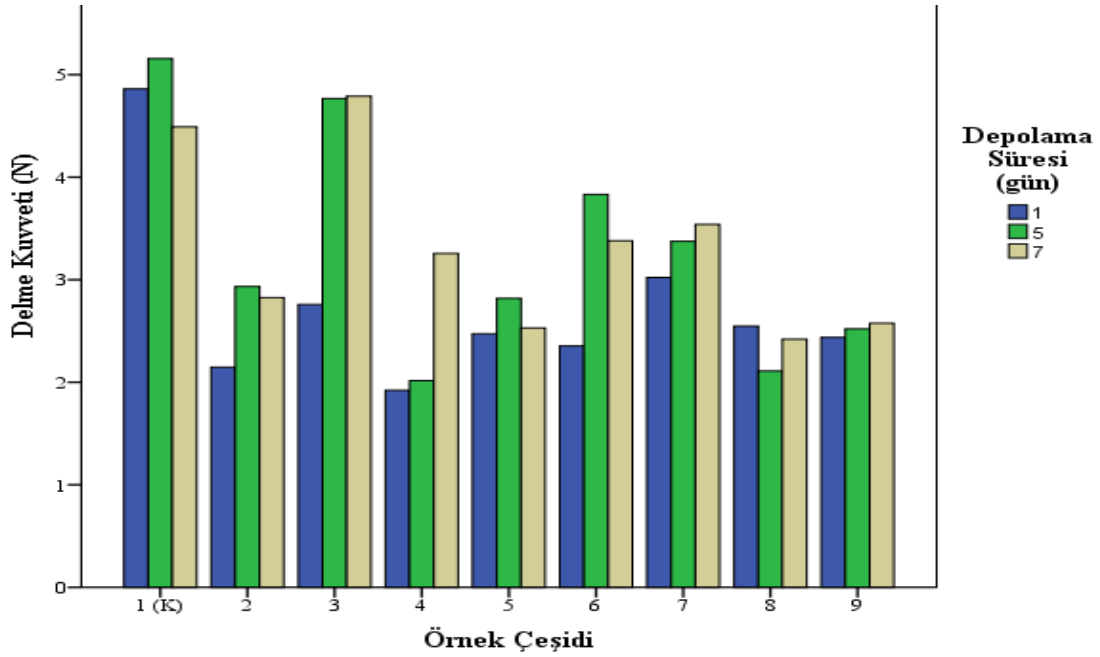
Tablo 38. Depolama Süresi Değişkeninin Delme Kuvveti, Delme İşı ve Yapışma İşı Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Delme Kuvveti (N)	Delme İşı (g.s)	Yapışma İşı (g.s)
1	18	2,72c	951,23b	2,21b
5	18	3,28b	1242,77a	2,83a
7	18	3,31a	1223,75a	1,82c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

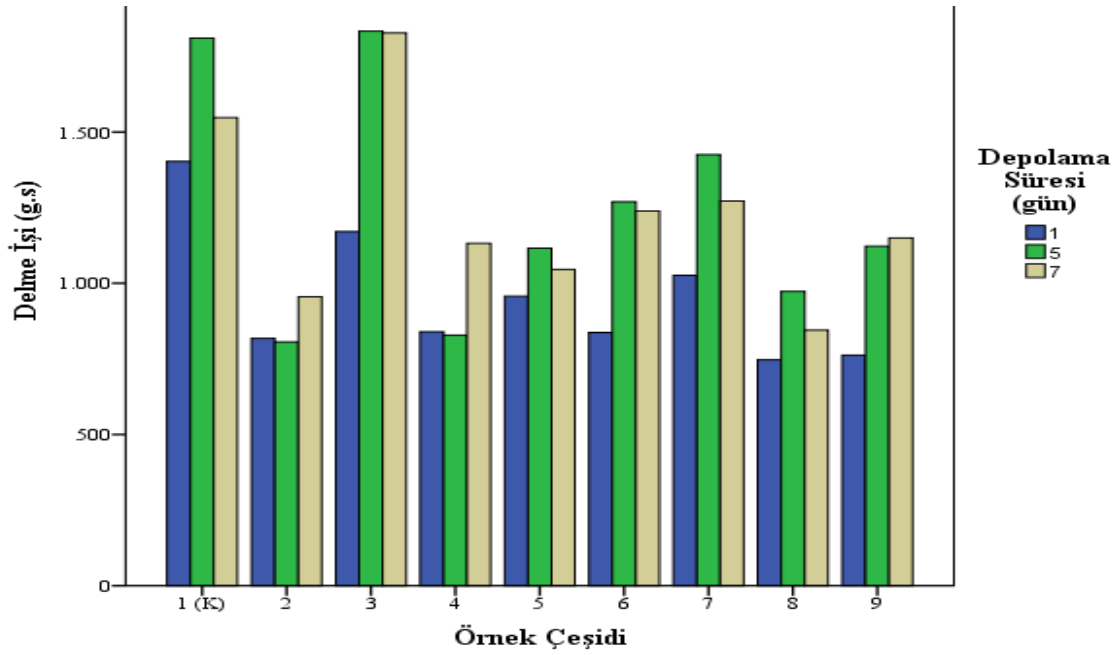
Depolama süresinin artışı delme kuvveti değerlerini artırmıştır. Delme iş ve yapışma işi değerlerinin depolamanın 7. gün ölçümlerinde düştüğü belirlenmiştir.

Poğaç örneklerinin delme kuvveti, delme işi ve yapışma işi değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu, sırasıyla Şekil 41, Şekil 42 ve Şekil 43’de verilmiştir.



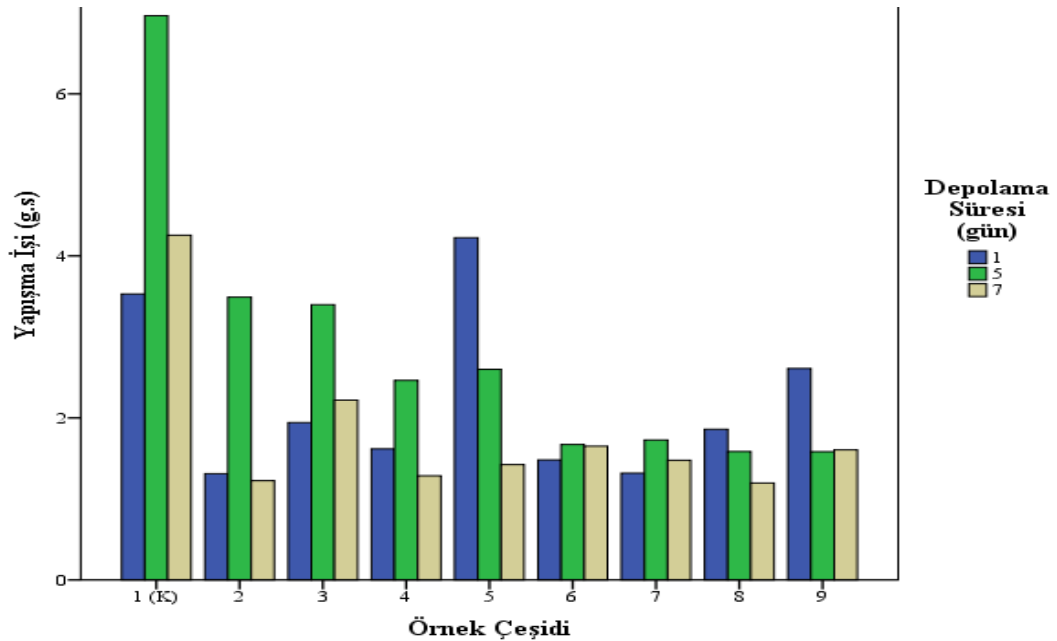
Şekil 43. Poğaç örneklerinin delme kuvveti değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Tablo 37 ve Şekil 43’te kontrol örneğinin delme kuvveti değerleri oleojel içeren diğer örneklerden yüksek çıkmıştır. Genel olarak poğaç formülasyonlarında oleojel seviyesinin artışı delme kuvveti değerlerini artmıştır. Balmumu ile üretilen poğaç örneklerinin delme kuvveti değerleri, monostearat ile üretilen poğaç örneklerinin delme kuvveti değerlerinden daha yüksektir. %50 AYB ve %50 FYB oleojelleri ile üretilen poğaç örneklerinin (örnek 2 ve örnek 6) delme kuvveti değerleri, depolamanın 5. gününden sonra diğer poğaç örneklerinin aksine düşmüştür.



Şekil 44. Poğaç örneklerinin delme işi değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi etkisi

Tablo 37’de görüldüğü gibi deme işi değerleri 855,13 ile 1610,57 arasında değişmektedir. En yüksek delme işi değeri %100 AYB oleojeli ikameli poğaç örneklerinde (örnek 3) belirlenmiştir. Poğaç formülasyonunda oleojel oranının artışı, düzenli bir şekilde delme işi değerlerini artırmıştır. %100 AYB oleojeli ile üretilen poğaç örneklerinde (örnek 3) bu artış diğer poğaç örneklerinden farklı olarak delme işi değerini 2 kat artırmıştır. Tablo 38’de görüldüğü gibi poğaç örneklerinde delme işi değerleri ortalamaları depolamanın 5. gününe kadar artış göstermiş, 7. gün analizlerinde bu değerlerin düştüğü belirlenmiştir (Şekil 44).



Şekil 45. Poğaç örneklerinin yapışma işi değerleri üzerinde etkili olan örnek çeşidi x depolama süresi etkisi

Şekil 45’de görüldüğü gibi poğaça örneklerinde en yüksek yapışma işi değeri kontrol poğaça örneğinin 5. depolama gününde tespit edilmiştir. %100 AYM oleojeli ile üretilen poğaça örneğinin (örnek 5) yapışma işi değeri depolamanın 1. gününde katı yağla üretilen kontrol poğaça örneğinden (örnek 1) daha yüksek değere sahipken, 5. gün katı yağın yapışma işi değeri yaklaşık 2 kat artmıştır. Tablo 38’de depolama günlerine ait yapışma işi değerleri ortalamaları verilmiş, 5. güne kadar değerlerin arttığı, 7. gün ölçümlerinde ortalama değerlerin düştüğü görülmüştür.

Poğaça örneklerinde duyuşsal analiz değeri

Tablo 39. Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaça Örneklerinin Duyusal Analiz Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	SD	KO	F	Hata
Dış Görünüş	8	0,57	13,19**	0,04
Kabuk Rengi	8	0,14	4,12**	0,03
Gözenek Yapısı	8	0,36	15,64**	0,02
İç Renk	8	0,35	6,00**	0,05
Puf Yapı	8	1,39	22,42**	0,06
Sertlik	8	0,90	21,48**	0,04
Ağız Hissi	8	0,55	11,65**	0,04
Lezzet (Tat ve Koku)	8	0,29	4,78**	0,06
Genel Beğeni	8	0,51	11,08**	0,04

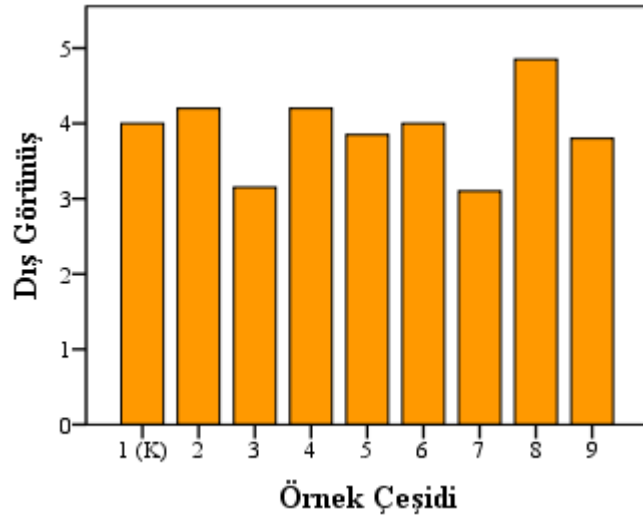
** (p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 39’da görüldüğü gibi farklı oleojeller ile üretilen poğaça örneklerinin duyuşsal analiz sonucu elde edilen dış görünüş, kabuk rengi, gözenek yapısı, iç renk, puf yapı, sertlik, ağız hissi, lezzet ve genel beğeni değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (P<0,01).

Tablo 40. Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaça Örneklerinin Duyusal Analiz Sonucu Elde Edilen Dış Görünüş, Kabuk Rengi, Gözenek Yapısı, İç Renk ve Puf Yapı Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

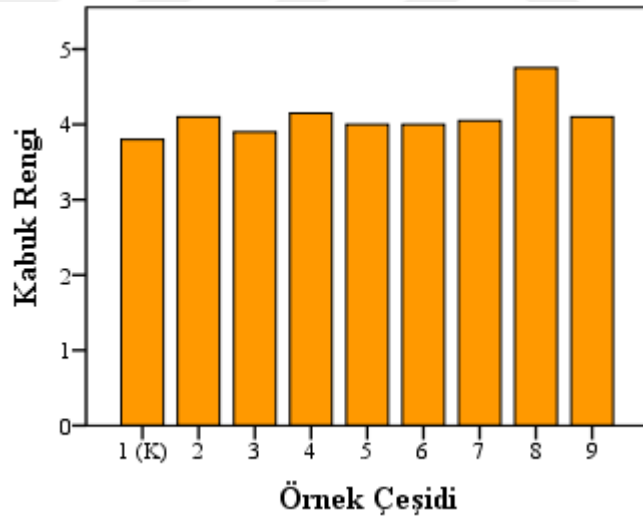
Örnek No	n	Dış Görünüş	Kabuk Rengi	Gözenek Yapısı	İç Renk	Puf Yapı
Kontrol	2	4,00b±0,00	3,80b±0,28	4,05a±0,07	4,20bc±0,28	2,85c±0,21
2	2	4,20b±0,28	4,10b±0,14	4,20a±0,28	4,75ab±0,35	4,75a±0,35
3	2	3,15c±0,21	3,90b±0,14	3,05b±0,07	3,90c±0,14	2,77cd±0,31
4	2	4,20b±0,28	4,15b±0,21	4,05a±0,07	4,75ab±0,35	4,05b±0,07
5	2	3,85c±0,21	4,00b±0,00	3,90a±0,14	4,15c±0,21	4,00b±0,00
6	2	4,00b±0,00	4,00b±0,00	3,85a±0,21	3,90c±0,14	3,22c±0,31
7	2	3,10c±0,14	4,05b±0,07	3,85a±0,21	3,85c±0,21	2,22d±0,31
8	2	4,85a±0,21	4,75a±0,35	4,00a±0,00	4,85a±0,21	4,15b±0,21
9	2	3,80b±0,28	4,10b±0,14	3,05b±0,07	3,90c±0,14	2,85c±0,21

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.



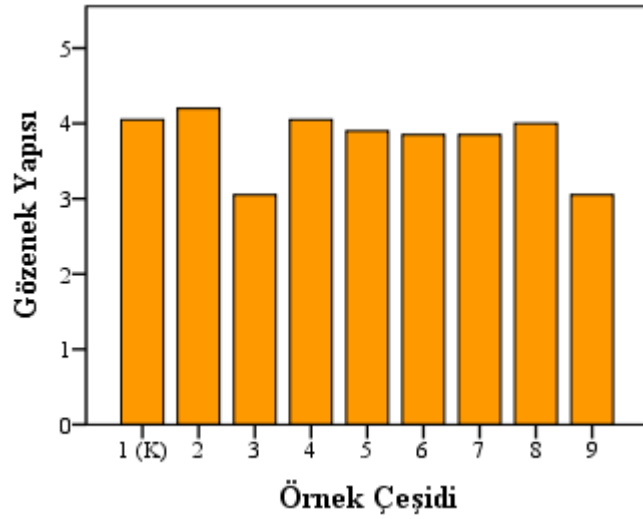
Şekil 46. Poğaçı örneklerinin duyusal analizine ait dış görünüş puanlaması değışimi

Şekil 46’da görüldüğü gibi duyusal analiz sonucunda, %50 FYM oleojeli ile üretilen poğaçı örneğı (örnek 8), katı yağ ve diğer oleojellerle üretilen poğaçı örneklerine göre daha yüksek dış görünüş puanı alarak en beğenilen örnek olmuştur. Oleojel seviyesinin artışı poğaçı örneklerinin dış görünüş beğeni puanlarını düşürmüştür.



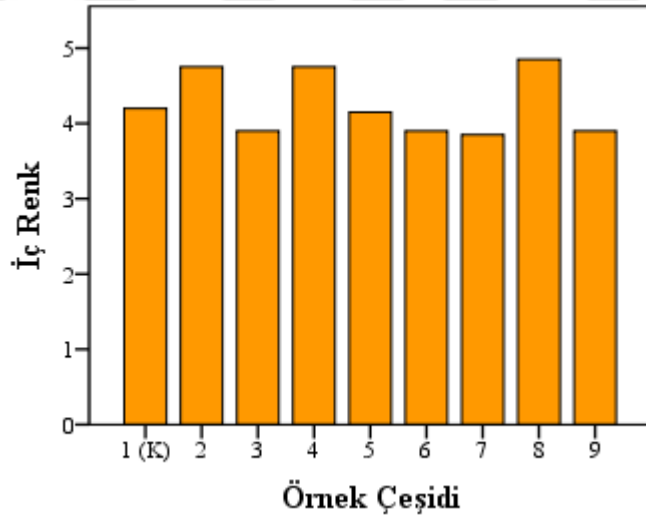
Şekil 47. Poğaçı örneklerinin duyusal analizine ait kabuk rengi puanlaması değışimi

Şekil 47’de görüldüğü gibi duyusal analizde, L (kabuk) renk değeri en düşük ve dış görünüş puanlaması en yüksek olan %50 FYM oleojeli içeren poğaçı (örnek 8) panelistler tarafından en beğenilen örnek olmuştur. En düşük puanı katı yağ ikamesi ile üretilen poğaçı örneğı (örnek 1) almıştır. %100 FYB oleojeli ile üretilen poğaçı örneğı (örnek 7) hariç tüm örneklerde oleojel seviyesindeki artış kabuk rengi puanlamasını düşürmüştür.



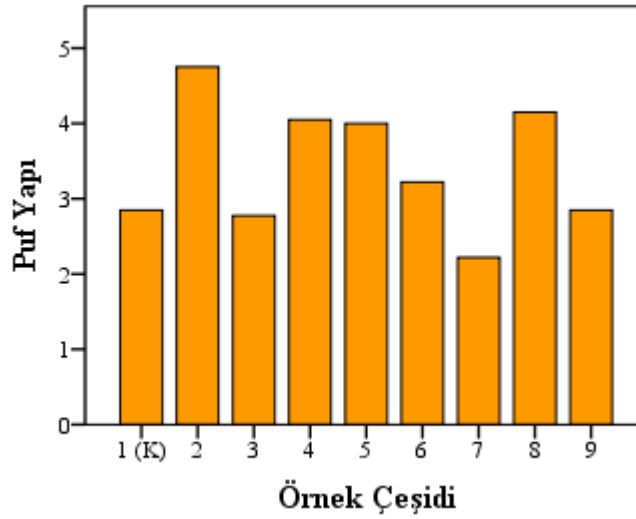
Şekil 48. Poğaç örneklerinin duyusal analizine ait gözenek yapısı puanlaması değişimi

Tablo 40’ta görüldüğü gibi %100 AYB oleojeli ikameli (örnek 3) ve %100 FYM oleojeli ikameli poğaç (örnek 9) örneklerinin gözenek yapısı puanlamaları diğer örnekler göre daha düşüktür. %50 AYB oleojeli ile üretilen poğaç örneği beğenilerek en yüksek puanı almıştır. Oleojel ikamesi ile üretilen diğer poğaç örneklerinin puanları kontrol örneği olan katı yağdan daha düşüktür.



Şekil 49. Poğaç örneklerinin duyusal analizine ait iç renk puanlaması değişimi

Şekil 49’da görüldüğü gibi duyusal analiz sonucunda %50 FYB oleojeli ile üretilen poğaç örneği hariç %50 oranında oleojel ikamesi ile üretilen poğaç örnekleri panelistler tarafından beğenilerek kontrol örneğinden daha yüksek puanlar almışlardır. Oleojel seviyesinin artması poğaçalara ait iç renk puanlamalarını düşürmüştür.



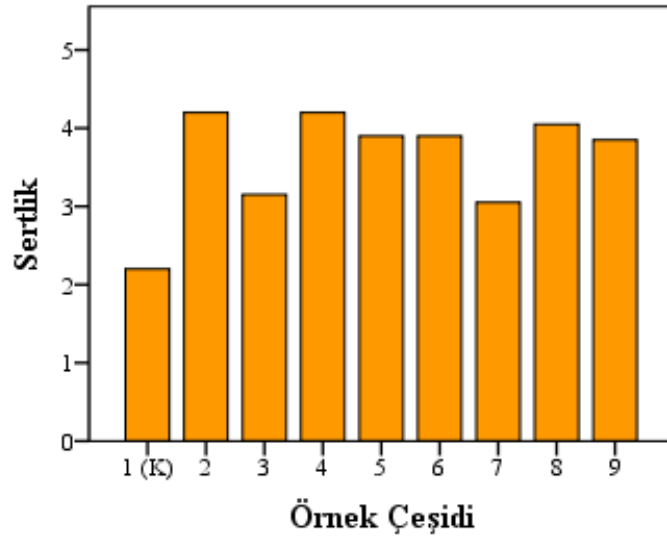
Şekil 50. Poğaç örneklerinin duyu analize ait puf yapı puanlaması değişimi

Şekil 50’de görüldüğü gibi katı yağ ile üretilen ve %100 oleojel ilavesi ile üretilen poğaç örneklerinin puf yapı puanları birbirine benzerlik göstermiştir. Formülasyonda oleojel oranının artması puf yapı puanlamasını olumsuz yönde etkilemiştir. En yüksek beğeni puanını alan örnek %50 AYB oleojeli içeren örnek (örnek 2) olurken, en düşük puanı %100 FYB oleojeli içeren poğaç örneği (örnek 7) almıştır.

Tablo 41. Farklı Oleojeller ile Üretilen Poğaç Örneklerinin Duyusal Analiz Sonucu Elde Edilen Sertlik, Ağız Hissi, Lezzet ve Genel Beğeni Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

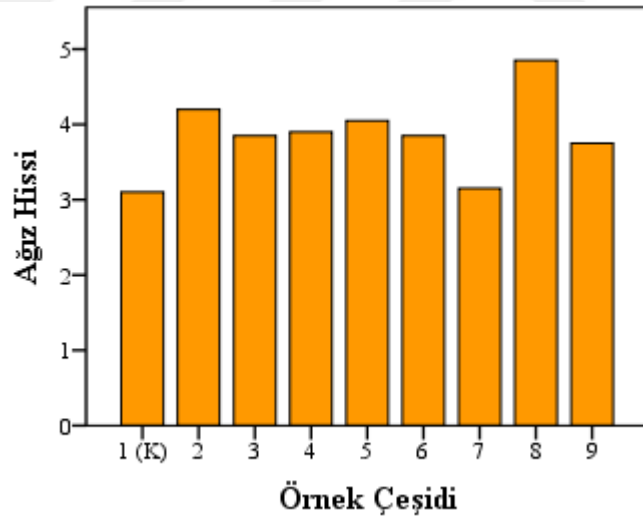
Örnek No	n	Sertlik	Ağız Hissi	Lezzet (Tat ve Koku)	Genel Beğeni
Kontrol	2	2,20c±0,28	3,10c±0,14	3,10c±0,14	3,05b±0,07
2	2	4,20a±0,28	4,20b±0,28	4,15a±0,21	4,20a±0,28
3	2	3,15b±0,21	3,85b±0,21	3,75ab±0,35	3,10b±0,14
4	2	4,20a±0,28	3,90b±0,14	3,90a±0,14	4,15a±0,21
5	2	3,90a±0,14	4,050b±0,07	4,05a±0,07	4,15a±0,21
6	2	3,90a±0,14	3,85b±0,21	3,75ab±0,35	3,80a±0,28
7	2	3,05b±0,07	3,15c±0,21	3,20bc±0,28	3,10b±0,14
8	2	4,05a±0,07	4,85a±0,21	4,15a±0,21	4,20a±0,28
9	2	3,85a±0,21	3,75b±0,35	3,80a±0,28	3,85a±0,21

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p>0,05). Değerler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.



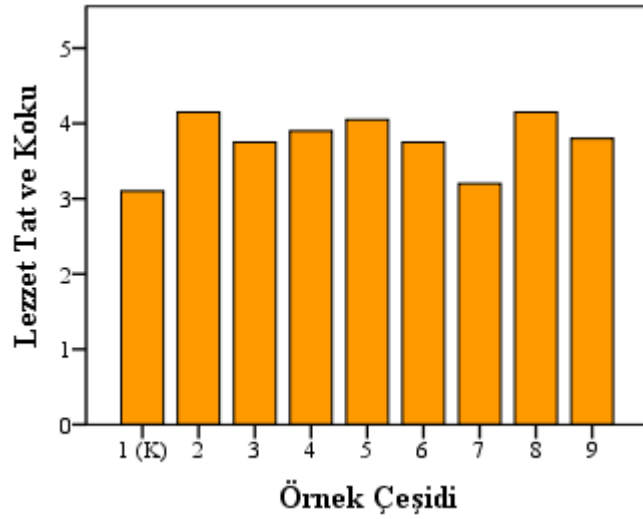
Şekil 51. Poğaça örneklerinin duyusal analizine ait sertlik puanlaması değişimi

Poğaça formülasyonuna oleojel ilavesi poğaçaların sertlik değerlerini düşürmüş ve duyusal analiz sonucunda oleojel ikâmeli poğaça örneklerinin sertlik puanlamaları (Şekil 51) artmıştır. Panelistler tarafından kontrol örneği, oleojel ikâmeli diğer örneklerle göre daha sert bulunmuş ve düşük puan almıştır.



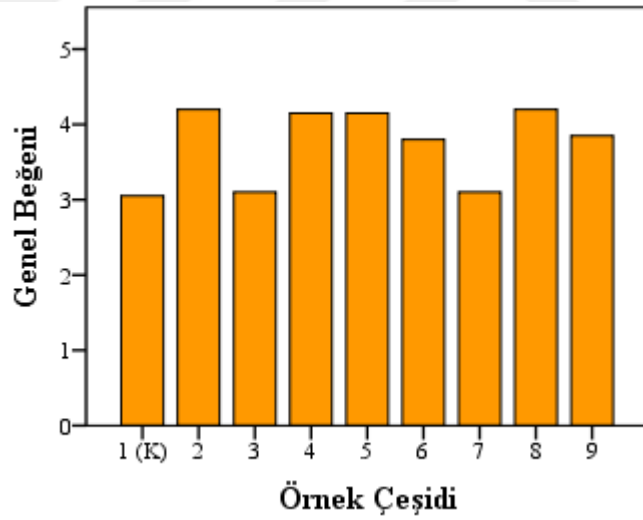
Şekil 52. Poğaça örneklerinin duyusal analizine ait ağız hissi puanlaması değişimi

Doku, gıda ürünleri için tüketici tercihlerini belirlemede çok önemli bir faktördür. Oleojeller, katı yağlar ile ikame edilerek istenilen ağız hissi ve stabilitesini artırarak istenilen dokusal özellikleri elde etmeye olanak tanır (Baştürk ve Badem, 2023; Espert *et al.* 2023). Şekil 52’de görüldüğü gibi formülasyonlara oleojel ikamesi ağız hissi beğeni puanlarını artırmıştır. AYM oleojelinin ikame oranının artması (örnek 4) ağız hissi beğeni puanını artırırken diğer örneklerde oleojel oranının artması ağız hissi beğeni değerlerini düşürmüştür. Kontrol örneği (katı yağ ile üretilen poğaça) ve 7 numaralı örneğin (%100 FYB oleojeli ile üretilen poğaça) ağız hissi puan ortalama değerleri istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır.



Şekil 53. Poğaçı örneklerinin duyusal analizine ait lezzet (tat ve koku) puanlaması değışimi

Şekil 53'te görüldüğü gibi formülasyonlara oleojel ikamesi ağız hissi beğeni puanlarına paralel olarak lezzet (tat ve koku) puanını artırmıştır. Kontrol örneği, oleojel ikameli poğaçı örneklerine göre daha az beğenilmiş ve en düşük puanı almıştır. AYM oleojeli ile üretilen poğaçı örneği hariç oleojel seviyesinin artışı lezzet puanlamalarını düşürmüştür.



Şekil 54. Poğaçı örneklerinin duyusal analizine ait genel beğeni puanlaması değışimi

Şekil 54'de görüldüğü gibi katı yağı oleojel ikamesi ile üretilen poğaçı örneklerinin genel beğeni puan değeri kontrol örneğine göre yüksek bulunmuş, oleojel ikame oranının artması genel beğeni puan değeri düşürmüştür. Gerçekaslan ve Ergen (2021) yaptıkları çalışmada, kabak çekirdeği oleojeli ile üretilen keklerin formülasyonunda oleojel miktarının artması ağız hissi, tat, genel kabul edilebilirlik puanlarını azaltmıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, genel olarak çalışmamızdaki duyusal analiz sonuçları ile benzerlik göstermiştir. AYM oleojelinin ikame oranının artması (örnek 5) genel beğeni puanlarını etkilememiştir. %50 katı

yağ- %50 AYB oleojeli (örnek 2) ve %50 katı yağ- %50 FYM oleojeli içeren poğaçâ örnekleri (örnek 8) aynı genel beğeni puanını alarak en beğenilen örnekler olmuşlardır.



SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, poğaçta üretiminde kullanılan katı yağ (şortening) yerine yağ ikame maddesi olarak oleojellerin kullanım imkânı araştırılmıştır. Poğaçta formülasyonuna oleojeller kısmen ya da tamamen ilave edilerek doymuş yağ içeriğinin azaltılması amaçlanmıştır. Ayçiçek yağı ve fındık yağına jelleştirici madde olarak %10 oranında balmumu ve monostearat eklenerek oleojeller üretilmiştir. Üretilen oleojeller poğaçta formülasyonunda katı yağ yerine %50 ve %100 oranlarında ikame edilmiştir. Üretilen oleojel örneklerinde yağ bağlama kapasitesi, renk, tekstür ve reoloji analizleri yapılmıştır. Poğaçta hamuru örneklerinde ise tekstürel ve reolojik analizler yapılmıştır. Poğaçta örnekleri 0. günde ağırlık, spesifik hacim ve duyu analizi, farklı depolama periyotlarında (1., 5., ve 7. gün) ise dokusal özellikler bakımından incelenmiştir.

Farklı sıvı yağlara (ayçiçek yağı ve fındık yağı) farklı jelleştirici maddelerin (balmumu ve monostearat) ilavesi oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerine istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmamıştır. Yağ bağlama kapasitesi değerleri %98,98 ile %99,01 arasında değişmiştir.

Oleojel örneklerinin renk analizinde referans yağ olarak kullanılan katı yağla *L* renk değerlerinin düşük, *b* değerlerinin çok daha düşük, *a* değerlerinin ise çok farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Oleojel örneklerinde tekstürel analizler yapılmış, delme testi sonucunda oleojellerin delme kuvveti (g), delme enerjisi (g.s) ve sertlik (g) değerleri birbirleri ile paralellik göstererek, katı yağa göre daha düşük çıkmıştır. Jelleştirici madde olarak balmumu kullanılarak üretilen oleojellerin delme kuvveti, delme enerjisi ve sertlik değerleri, monostearat kullanılarak üretilen oleojellere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Oleojel örneklerinde ekstrüzyon kuvveti (N) ve ekstrüzyon işi analizleri yapılmış, kontrol örneğinin (katı yağ) ekstrüzyon kuvveti ve ekstrüzyon işi değerleri, oleojel örneklerine göre yaklaşık 5 kat daha yüksek çıkmıştır. Balmumu ile üretilen oleojellerin ekstrüzyon işi değerleri monostearat ile üretilen oleojellere göre yüksek çıkmıştır.

Oleojellerde yapılan sürülebilirlik testi sonuçlarından elde edilen kayma işi (g.s), yapışkanlık (g) değerleri kontrol örneğine göre düşük çıkarak benzerlik göstermiştir. Yağ çeşidine bakılmaksızın monostearat ile üretilen oleojel örneklerinin kayma işi ve yapışkanlık değerleri, balmumu ile üretilen oleojel örneklerine göre yüksek çıkmıştır. Adhezyon işi (g.s)

değerlerinde bu durumun tam tersi görülürken, katı yağın adhezyon işi değeri oleojellerden yaklaşık 5 kat daha yüksek çıkmıştır.

Çalışmada kullanılan 4 farklı oleojel ve kontrol örneğinin (katı yağ) reolojik ölçümleri yapılmıştır. Katı yağ (şortening), AYB oleojeli ve FYB oleojelinde frekans tarama testi sonucunda viskoelastik örneğinin elastik kısmını temsil eden G' modül (depo modül) değerleri $AYB > Kontrol \geq FYB$ şeklinde bulunmuştur. AYB oleojeli en sert yapılı örnek olurken FYB oleojeli ve katı yağ birbirlerine yakın sertlikte bulunmuştur. Katı yağ, AYM oleojeli ve FYM oleojeli örneklerinin frekans tarama testi sonucunda ise sertlik değerleri $AYM = KATI YAĞ > FYM$ olarak sıralanmıştır. Genel olarak balmumu oleojellerinin monogliserit oleojellerinden daha sert yapılı olduğu anlaşılmıştır. Hazırlanan oleojel örneklerinin gerçek jel yapısında ve dayanklı örnekler olduğu görülmüştür. Ayrıca bu örneklerde zaman tarama testi yapılmış, oleojellerin çevresel yüksek kuvvetten etkilenseler bile kuvvet ortadan kaldırıldığında yapılarını geri kazanacakları belirlenmiştir. Oleojellerin sabit kuvvet ve frekans altında ısıtıldığında yapısal değişimlerinin nasıl oluştuğunu görmek için katı yağ ve oleojel örneklerinde sıcaklık rampa testi yapılmıştır. Test sonucunda oleojellerin katı yağ gibi sıcaklık arttıkça ergiyeceğini, ancak sıcaklık tekrar oda sıcaklığına düştüğünde jel yapının yeniden oluşacağını göstermiştir. Poğaç hamuruna katılan oleojeller karıştırma ve yoğurma sonucunda homojen olarak dağılabilmekte ve fırında pişirme sırasında ergimektedir. Hamur molekülleri arasında pişme sırasında erimiş halde bulunan oleojel pişme işlemi sonunda ürün soğuduğunda ise termal geri-dönüşüm özelliği nedeniyle yeniden jelleşmekte, yani katı yağ benzeri yapıyı oluşturmaktadır. Bu durum katı yağa benzer bir davranış olup, katı yağ kullanımından beklenen faydaları sağlaması umulmaktadır.

Poğaç hamur örneklerinde uzayabilirlik testi sonucu elde edilen oleojellerin hamur direnci (g) değerleri, katı yağ kullanılarak üretilen hamur örneğinin hamur direnci değerinden düşük çıkmıştır. Hamur örneklerinde oleojel seviyesi arttıkça hamur direnci değerleri düşmüştür. Hamur örneklerinin uzama kabiliyeti (mm) değerleri birbirlerine benzerlik göstermiş, en yüksek uzama kabiliyeti değerleri sırasıyla %50 oranında kullanılan AYB oleojeli ve FYB oleojeli ile üretilen hamur örneklerinde görülmüştür. AYB oleojeli seviyesinin artması (%100), uzama kabiliyeti değerini yaklaşık olarak 5 kat düşürmüştür. Poğaç hamuru örneklerinin hamur enerjisi değerleri (g.s), hamur direnci değerleri ile paralellik göstererek kontrol hamur örneğinin hamur enerjisi değeri, oleojellere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Oleojel seviyesinin artması hamur enerjisi değerlerini düşürmüştür.

Poğaç hamuru örneklerinde farklı oleojellerin kullanımı, yapışkanlık testi sonucu elde edilen yapışma kuvveti (g), adhezyon işi (g.s) ve uzama (mm) değerlerini istatistiksel olarak

çok önemli düzeyde etkilemiştir. Katı yağ ile üretilen hamur örneğinin yapışma kuvveti değeri, oleojeller kullanılarak üretilen hamur örneklerinin yapışma kuvveti değerlerine göre daha düşük çıkmıştır. Oleojel seviyesinin artışı ile yapışma kuvveti değerleri artış göstermiştir. Katı yağ ile üretilen hamur örneğinin adhezyon işi (g.s) değeri, oleojellerle üretilen hamur örneklerine göre düşük çıkmıştır. Yağ fark etmeksizin balmumu oleojeli ile üretilen hamur örneklerinin adhezyon işi değerleri monostearat ile üretilen hamur örneklerine göre daha yüksektir. Oleojel seviyesinin artışı, adhezyon işi değerlerini artırıcı yönde etki etmiştir. Hamur örneklerinde uzama değerlerine (mm) baktığımızda en yüksek uzama değerlerinin sırasıyla %100 oranında hamura ikame edilen FYB oleojeli ve AYB oleojelinde olduğu tespit edilmiştir.

Poğaç hamurunda yapılan reolojik analizler sonucunda elde edilen ve hamur mukavemeti hakkında bilgi veren a değeri, en yüksek katı yağ ile üretilen poğaç hamurunda görülmüştür. Oleojel seviyesinin artışı balmumu oleojeli ilaveli hamur örneklerinde mukavemeti artırırken, monostearat içeren hamurlarda düşürmüştür. Katı yağ ile üretilen poğaç hamurlarının p değeri daha düşük çıkmış, yani oleojel ilavesi ile üretilen poğaç hamurlarına göre daha kararlı bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir.

Poğaç örneklerinde yapılan ağırlık ölçümleri sonucunda oleojel kullanımının ağırlık kaybını azalttığı görülmüştür. Poğaç örneklerinde spesifik hacim değerleri tespit edilmiş, kontrol poğaç örneğine en yakın örneğin %50 AYM oleojeli içeren poğaç olduğu görülmüştür. Oleojel seviyesinin artışı spesifik hacim değerlerini düşürmüştür.

Poğaç örneklerinde kabuk ve iç kısımlara ait renk analizleri yapılmış, kontrol poğaç örneği ve oleojeller ile üretilen poğaç örneklerinin kabuk rengi L değerlerinin birbirlerine benzer olduğu, katı yağın a değerinin diğer örneklerle göre en düşük olduğu ve b değerleri arasında çok büyük farklılıkların olmadığı görülmüştür. Poğaç örneklerinin iç renk L değerlerine bakıldığında kontrol örneğinin en büyük değere sahip olduğu, oleojel seviyesinin artışının L (iç renk) değerlerini düşürdüğü görülmüştür. Poğaç örneklerinin iç kısım a değerlerine bakıldığında, %50 AYB oleojeli, %50 FYB oleojeli ve %50 FYM oleojeli ikâmeli poğaç örneklerinde yeşillik değerinin ön plana çıktığı görülmüş, b renk değerlerinde ise önemli bir fark görülmemiştir.

Katı yağ ve farklı oleojeller, poğaç örneklerinde TPA (Tekstür Profil Analizi) analizi sonucu elde edilen sertlik, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir. %100 AYB oleojeli içeren poğaç örneği ve katı yağ ile üretilen kontrol poğaç örneğinin sertlik değerleri sırasıyla 32,57 N ve 28,85 N olarak ölçülmüş ve en yüksek değerleri aldıkları görülmüştür. Oleojel seviyesi arttıkça poğaç örneklerinin sertlik değerleri artmıştır. Her iki sıvı yağ (ayçiçek ve fındık yağı) balmumu

ilavesiyle üretilen oleojellerin poğaça formülasyonunda ikame oranının artırılması kohesivlik değerlerini düşürürken, monostearat ilavesiyle üretilen oleojellerin ikame oranının artışı kohesivlik değerini artırmıştır. Poğaça örneklerinin kohesivlik değerleri depolamanın 5. gününde yapılan analizlerde düşmüş, 7. gün yapılan analizlerde artış göstermiştir. Katı yağa %50 seviyesinde oleojel ikamesi genel olarak elastikiyet değerlerini artırmıştır. Poğaça örneklerinde oleojel ikame oranının artışı depolamanın 1., 5. ve 7. günlerinde elastikiyet değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Poğaça örneklerinin en yüksek çiğnenebilirlik değeri kontrol örneğinin 7. gün ölçülen değeri iken, en düşük değer %50 FYM oleojeli ile üretilen poğaça örneğinin 1. gün değeri olmuştur. Poğaça formülasyonunda oleojel ikame oranının artması çiğnenebilirlik değerlerinin düşmesine neden olmuştur. %100 AYB oleojeli ikameli poğaça örneği en yüksek sakızımsılık değerine sahiptir. Poğaça formülasyonunda oleojel ikame oranının artması sakızımsılık değerlerini artırmıştır.

Poğaça örneklerinde delme analizi sonucunda delme kuvveti, delme işi ve yapışma işi değerleri elde edilmiştir. Kontrol numunesi olan katı yağ ile üretilen poğaça örneğinin delme kuvveti, farklı oleojeller ile üretilen poğaça örneklerinin delme kuvveti değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Oleojel seviyesinin artması, poğaçaların delme kuvveti değerlerini artırmıştır. %100 AYB oleojeli ile üretilen poğaça örneğinin delme işi değeri, katı yağ ile üretilen kontrol poğaça örneğinden daha yüksek çıkmış, oleojel seviyesinin artışı delme işi değerlerini artırmıştır. %100 AYM oleojeli ile üretilen poğaça örneğinin yapışma işi değeri depolamanın 1. gününde katı yağla üretilen kontrol poğaça örneğinden daha yüksek değere sahipken, 5. gün katı yağın yapışma işi değeri yaklaşık 2 kat artmıştır.

Kontrol örneği ve farklı oleojeller ile üretilen poğaçaların duyu analizi yapılmış; dış görünüş, kabuk rengi, iç renk ve ağız hissi puanlamalarında %50 FYM oleojeli ile üretilen poğaça örneği en yüksek puanları almıştır. Gözenek yapısı, puf yapı, sertlik puanlamalarında ise en çok %50 AYB oleojeli ile ikame edilen poğaça örneği beğenilmiştir. Bu iki poğaça örneği lezzet ve genel beğeni değerlendirmelerinde aynı puanları almış, duyu olarak en çok beğenilen örnekler olmuşlardır. Poğaça örneklerinin sertlik puanlamasında katı yağ ile üretilen poğaça örneği en düşük puanı almış ve sertlik anlamında beğenilmemiştir. Katı yağa %50 oleojel ilaveli örnekler daha çok beğenilen örnekler olmuştur. Genel olarak oleojel ile üretilen poğaçalar katı yağ ile üretilen kontrol poğaça örneğine göre daha çok beğenilmiştir.

Tez kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda amaç ve hedefe yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Katı yağın tamamen oleojellerle değiştirilmesinden ziyade, katı yağa %50 oranında oleojel ikamesi ile spesifik hacmi yüksek, istenilen düzeyde duyu özelliklere sahip poğaçalar üretilmiştir. Farklı yağların ve farklı jelleştirici maddelerin (oleojelatör) poğaçanın duyu ve

dokusal özelliklerine farklı etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Poğaçı formölasyonu, sağıklı gıda ve tüketici tercihleri göz önüne alınarak farklı oleojellerin ikamesi ile geliştirilebilir.



KAYNAKLAR

- AACC., 2010. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of Analysis 11th Edition, Cereals-Grains Association: St: Paul, MN, USA.
- Akoh, C. C., Fat replacers. Food Technology 52: 47–52, (1998).
- Altan, A., 1990. Tahıl İşleme Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 107s.
- Alvarez-Ramirez, J., Vernon-Carter, E. J., Carrera-Tarela, Y., Garcia, A., & Roldan-Cruz, C. 2020. Effects of candelilla wax/canola oil oleogel on the rheology, texture, thermal properties and in vitro starch digestibility of wheat sponge cake bread. *Lwt*, 130, 109701.
- Anonim, 2010. Güncel Türkçe Sözlük. Türk Dil Kurumu. <https://sozluk.gov.tr/?ara=po%C4%9Fa%C3%A7a> 03.01.2025
- Anonim, 2019. Bireylerin Beslenme Alışkanlıkları. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı 03.01.2025
- Baştürk, A., Badem, Ş., & Ceylan, M. M. (2023). Propolis and carnauba wax-based safflower oil oleogels as fat substitutes in cakes: Production, oxidative stability, and characterization. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 125(9), 2200213. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202200213>
- Baysal, A. 2004. Beslenme. Ankara: Hatipoğlu Yayınları, İstanbul,s.4-6.
- Blach, C., Gravelle, A. J., Peyronel, F., Weiss, J., Barbut, S., Marangoni, A. G. 2016. Revisiting the crystallization behavior of stearyl alcohol : stearic acid (SO : SA) mixtures in edible oil. *RSC Advances*, 6(84), 81151-81163.
- Blake, A.I., Co, E.D.,Marangoni, A.G. 2014. Structure and Physical Properties of Plant Wax Crystal Networks and Their Relationship to Oil Binding Capacity. *J Am Oil Chem Soc*, 91: 885-903.
- Blake, A.I.E. 2015. The Microstructure and Physical Properties of Plant-Based Waxes and their Relationship to the Oil Binding Capacity of Wax Oleogels. Msc.Dissertation, The University of Guelph Guelph, Ontario, Canada, 173p.
- Bot, A.; den Adel, R.; Roijers, E.C.; Regkos, C. 2009. Effect of sterol type on structure of tubules in sterol + γ -oryzanol-based organogels. *Food Biophysics*, 4, 266–272.
- Bourne MC, 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, 525 B Street, Suite 1900, San Diego, California 92101-4495, USA.
- Chu J, 2014. Effect of Cultivar and Growth Region on The Mechanical and Biochemical Properties of Canned Baked Beans. The University of Leeds, Leeds, West Yorkshire, England.
- Çiftçi, S. 2019. Effects of different type of waxes on cocoa cream (Master's thesis, Middle East Technical University).
- Da pieve, S., Calligaris, S., Co, E., Nicoli, M., Marangoni, A. 2010. Shear Nanostructuring of Monoglyceride Organogels. *Food Biophysics*, 5 (3), 211-217.

- da Silva, S. L., Amaral, J. T., Ribeiro, M., Sebastião, E. E., Vargas, C., de Lima Franzen, F., & Campagnol, P. C. B. 2019. Fat replacement by oleogel rich in oleic acid and its impact on the technological, nutritional, oxidative, and sensory properties of Bologna-type sausages. *Meat science*, 149, 141-148.
- Davidovich-Pinhas, M., Barbut, S., & Marangoni, A. G. 2016. Development, characterization, and utilization of food-grade polymer oleogels. *Annual review of food science and technology*, 7(1), 65-91.
- De Vries, A., Hendriks, J., Van Der Linden, E., & Scholten, E. 2015. Protein oleogels from protein hydrogels via a stepwise solvent exchange route. *Langmuir*, 31(51), 13850-13859.
- Demirkesen, İ. 2017. Farklı Mumlarla Oluşturulan Oleojellerin Reolojik ve Tekstürel Özellikleri. *Gıda*, 42(1), 50-57.
- Doan, C. D., Tavernier, I., Sintang, M. D. B., Danthine, S., Van de Walle, D., Rimaux, T., & Dewettinck, K. 2017. Crystallization and gelation behavior of low-and high melting waxes in rice bran oil: a case-study on berry wax and sunflower wax. *Food Biophysics*, 12, 97-108.
- Elbir, T., & Gençcelep, H. 2021. Farklı Bileşimlerde Hazırlanan Oleojel Karakterizasyonu Ve Emülsiyon Tipi Et Ürünlerinde Kullanımı.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G. 2015. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. (4. baskı) Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82, s:245, Erzurum.
- Erdemir, E., Karaoğlu, M., 2021. Et ve et ürünlerinin tekstürel özelliklerini enstrümantal olarak tespit etme yöntemleri ve tekstür profil analizi üzerine bir derleme . *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11 (4) , 2836-2848.
- Eroğlu, Z., & Orhan, N. Ö. 2024. Determination of the effect of olive oil oleogel as a shortening replacer on quality properties of cake.
- Espert, M., Wang, Q., Sanz, T., & Salvador, A. 2023. Sunflower oil-based oleogel as fat replacer in croissants: Textural and sensory characterisation. *Food and Bioprocess Technology*, 16(9), 1943–1952. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03029-w>
- Faber, T.J., Jaishankar, A., McKinley, G.H. 2017. Describing the firmness, springiness and rubberiness of food gels using fractional calculus. Part II: Measurements on semi-hard cheese. *Food Hydrocolloids*, 62, 325-339. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.06.038>
- Gengatharan, A., Mohamad, N. V., Zahari, C. N. M. C., & Vijayakumar, R. 2023. Oleogels: Innovative formulations as fat substitutes and bioactive delivery systems in food and beyond. *Food Structure*, 100356.
- Gerçekaslan, K. E., & Ergen, H. 2021. Kabak çekirdeği yağı kullanılarak üretilen oleojelin yağ ikamesi olarak kek üretiminde kullanım imkânının araştırılması.
- Ghotra, B. S., Dyal, S. D., & Narine, S. S. 2002. Lipid shortenings: a review. *Food research international*, 35(10), 1015-1048.
- Güleç, M., Yabancı, N., Göçgeldi, E., Bakır, B., 2008. “Ankara'da iki kız öğrenci yurdunda kalan öğrencilerin beslenme alışkanlıkları”, *Gülhane Tıp Dergisi* , 50: 102-109.
- Guo, J., Cui, L., & Meng, Z. 2023. Oleogels/emulsion gels as novel saturated fat replacers in meat products: A review. *Food Hydrocolloids*, 137, 108313. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108313>

- Hahn, N. I., 1997. "Replacing fat with food technology", *Journal of the American Dietetic Association*, 97: 15-16.
- Haydaroglu, İ. 2003. Osmanlı Saray Mutfagından Notlar. *Tarih Araştırmaları Dergisi*, 22(34), 1-10. https://doi.org/10.1501/Tarar_0000000157
- Hughes, N. E., Marangoni, A. G., Wright, A. J., Rogers, M. A., Rush, J. W. E. 2009. Potential food applications of edible oil organogels. *Trends in Food Sci & Technol*, 20 (10), 470-480.
- Jang, A., Bae, W., Hwang, H. S., Lee, H. G., & Lee, S. 2015. Evaluation of canola oil oleogels with candelilla wax as an alternative to shortening in baked goods. *Food chemistry*, 187, 525-529.
- Jung, D., Oh, I., Lee, J., & Lee, S. 2020. Utilization of butter and oleogel blends in sweet pan bread for saturated fat reduction: Dough rheology and baking performance. *Lwt*, 125, 109194.
- Karaoglu, M.M., 2010. Influence of cephalaria syriaca addition on physical and sensorial properties of wheat bran bread. *International Journal of Food Properties*, 14: 124-133.
- Keskin Uslu, E., and Yılmaz, E. 2021. Oleogels of Some Plant-Based Waxes: Characterization and Comparison with Sunflower Wax Oleogel. *JAOCs*, 98: 643–655. DOI 10.1002/aocs.12490
- Li, Y., Zou, Y. C., Que, F., & Zhang, H. 2022. Recent advances in fabrication of edible polymer oleogels for food applications. *Current Opinion in Food Science*, 43, 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.11.007>
- Liu, L., Gao, Z., Chen, G., Yao, J., Zhang, X., Qiu, X., & Liu, L. 2024. A comprehensive review: Impact of oleogel application on food texture and sensory properties. *Food Science & Nutrition*, 00, 1–14. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4110>
- Martins, A. J., Lorenzo, J. M., Franco, D., Pateiro, M., Domínguez, R., Munekata, P. E., ... & Cerqueira, M. A. 2020. Characterization of enriched meat-based pâté manufactured with oleogels as fat substitutes. *Gels*, 6(2), 17.
- Mattice, K.D. and Marangoni, A.G. 2018. New insights into wax crystal networks in oleogels. In: *Edible Oil Structuring: Concept, Methods and Applications*, Ed. By Ashok R. Patel, pp. 71-94, Royal Soc. Chem., Chambridge, UK.
- Mert, B. and Demirkesen, I. 2016a. Evaluation of highly unsaturated oleogels as shortening replacer in a short dough product. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 477-484.
- Mert, B. and Demirkesen, I. 2016b. Reducing saturated fat with oleogel/shortening blends in a baked product. *Food Chem*, 199, 809-816.
- Mezger, T.G. 2014. *Applied Rheology*. Anton Paar GmbH, Austria.
- Murdan, S. 2005. Organogels in drug delivery. *Expert opinion on drug delivery*, 2:3, 489-505.
- Narlioğlu, G. 2013. *Geleneksel nohut mayasının ve üretiminde kullanıldığı poğaçaların bazı özelliklerinin incelenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Orhan, N. Ö., & Eroğlu, Z. 2024. Katı Yağ Alternatifi Olarak Çörekotu Yağı Oleojelinin Kraker Yapımında Kullanım Potansiyelinin Araştırılması. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 7(2), 342-350.
- Özdemir, K.S. 2021. Keten tohumu yağı ve ayçiçek yağından farklı vakslar kullanılarak oluşturulan oleojellerin bisküvi kalitesi üzerine etkileri. *GIDA* (2021) 46 (5) 1279-1288 doi: 10.15237/gida.GD21108.

- Özdemir, Y., Kaya, S. Y., & İlhan, S. 2023. Physical, textural, and sensory evaluation of cakes with carob molasses pulp. *Toros University Journal of Food Nutrition and Gastronomy*, 2(2), 159-168.
- Özkaya H, Kahveci B. 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:14, Ankara
- Park, C., & Maleky, F. 2020. A critical review of the last 10 years of oleogels in food. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 139.
- Patel, A. R., Rajarethinem, P. S., Grędowska, A., Turhan, O., Lesaffer, A., De Vos, W. H., ... & Dewettinck, K. 2014. Edible applications of shellac oleogels: spreads, chocolate paste and cakes. *Food & function*, 5(4), 645-652.
- Patel, A., Dewettinck, K. 2016. “Edible oil structuring: an overview and recent updates”, *Food and Funct*, 7, 20-29.
- Rahman, M. H., Sun, H. N., Zhang, M., Mu, T. H., Khan, N. M., 2023. Effect of sucrose, trehalose, maltose and xylose on rheology, water mobility and microstructure of glutenfree model dough based on high hydrostatic pressure treated starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, 231, 123184.
- Rodriguez-Hernandez, A. K., Perez-Martinez, J. D., Gallegos-Infante, J. A., Toro-Vazquez, J. F., & Ornelas-Paz, J. J. 2021. Rheological properties of ethyl cellulose-monoglyceride-candelilla wax oleogel vis-a-vis edible shortenings. *Carbohydrate Polymers*, 252, 117171. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117171>
- Samur, G., 2006. Kalp Damar Hastalıklarında Beslenme. ISBN: 975–590–181-7, Sinem Matbaacılık, Ankara.
- Serin, S. 2012. *Karbonhidrat bazlı yağ ikame maddelerinin poğaçaya üretiminde kullanımı* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Sevindi, T., Yılmaz, G., İbiş, S., Yılmaz, B., 2007. “Gazi üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu öğrencilerinin beslenme ve kahvaltı alışkanlıklarının değerlendirilmesi”, *TSA*, 3: 79-90s.
- Singh, A., Auzanneau, F. I., Rogers, M. A. 2017. Advances in edible oleogel technologies – A decade in review. *Food Res Int*, 97, 307-317.
- Stortz TA, Zetzel AK, Barbut S, Cattaruzza A, Marangoni AG. 2012. Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. *Lipid Technol*, 24 (7), 151-154.
- Taş, T. K., 2005. “Çeşitli yağ ikame maddelerinin ayran kalite kriterleri üzerine etkilerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, SDÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Ünsal, E.N., 2008. “Diyet eğitiminin hiperlipidemik hastaların beslenme Alışkanlıkları, beslenme bilgi düzeyleri ve beslenme durumuna etkisinin değerlendirilmesi”, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Uygun, A. İ. 2019. *Peyniraltı suyu tozunun poğaçaya üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanımı* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Wang, Q., Bobadilla, S., Espert, M., Sanz, T., & Salvador, A. 2024. Shortening replacement by hydroxypropyl methylcellulose-based oleogels obtained by different indirect approaches. Texture and sensory properties of baked puff pastry. *Food Hydrocolloids*, 153, 109936.

- Yang, S., Yang, G., Chen, X., Chen, J., Liu, W. 2020. Interaction of monopalmitate and carnauba wax on the properties and crystallization behavior of soybean oleogel. *Grain Oil Sci Technol*, 3(2), 49-56.
- Yılmaz, E., & Ögütçü, M. 2015. The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. *Food & function*, 6(4), 1194-1204.
- Yılmaz, E., Toksöz, B. 2022. Flaxseed oil-wax oleogels replacement for tallowfat in sucuk samples provided higher concentrations of polyunsaturated fatty acids and aromatic volatiles. *Meat Science*, 192: 108875. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108875>
- Zhang, D., 2023. Effect of proofing on the rheology and moisture distribution of corn starchhydroxypropylmethylcellulose gluten-free dough. *Foods*, 12(4),
- Zhang, D., Mu, T., Sun, H., 2017. Comparative study of the effect of starches from five different sources on the rheological properties of gluten-free model doughs. *Carbohydrate Polymers*, 176, 345-355.
- Zhang, D., Mu, T., Sun, H., 2018. Effects of starch from five different botanical sources on the rheological and structural properties of starch–gluten model doughs. *Food research international*, 103, 156-162.
- Zhao, M., Rao, J., & Chen, B. 2022. Effect of high oleic soybean oil oleogels on the properties of doughs and corresponding bakery products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 99(11), 1071-1083.
- Zheng, L., Zhong, J., Liu, X., Wang, Q., & Qin, X. 2023. Physicochemical properties and intermolecular interactions of a novel diacylglycerol oil oleogel made with ethyl cellulose as affected by γ -oryzanol. *Food Hydrocolloids*, 138, 108484. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108484>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Ebubekir KARAMAN
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Mecidiye Anadolu Lisesi
Lisans:	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
Doktora:	
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	