T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKROENKAPSÜLASYON TEKNİĞİYLE ÜRETİLEN FARKLI PROPOLİS EKSTRAKTLARININ VE BAL TOZUNUN KEK ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

Sultan ACUN

Danışman
Prof. Dr. Hülya GÜL

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2021

© 2021 [Sultan ACUN]

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER i
ÖZET iv
ABSTRACT vi
TEŞEKKÜR viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 4
2.1. Propolisin Tanımı 4
2.1.1 Propolisin tarihçesi 5
2.1.2. Propolisin fiziksel özellikleri 6
2.1.3. Propolisin kimyasal özellikleri 7
2.1.4. Propolisin anti-bakteriyel aktivitesi 8
2.1.5. Propolisin biyolojik ve terapötik özelikleri 9
2.2. Propolisin Kullanım Alanları 12
2.3. Ekstraksiyon Metotları ve Propolisin Ekstraksiyonu 15
2.3.1. Soxhalet ekstraksiyonu 16
2.3.2. Ultrasonik ekstraksiyon 16
2.3.3. Mikrodalga ekstraksiyonu 18
2.3.4. Hızlandırılmış çözücü ekstraksiyonu 18
2.3.5. Süperkritik akışkan ekstraksiyonu 19
2.4. Fenolik Bileşenlerin Ekstraksiyonları 20
2.5. Enkapsülasyon İşlemi 20
2.5.1. Püskürtmeli kurutma yöntemi 21
2.5.2. Koaservasyon yöntemi 21
2.5.3. Emülsiyon oluşturma yöntemi 22
2.5.4. Dondurarak kurutma yöntemi 22
2.5.5. İyonik jelasyon yöntemi 23
2.6. Mikroenkapsülasyon İşleminde Kullanılan Kaplayıcı Maddeler ve Özellikleri 24
2.6.1. Hidrolize nişasta (Maltodekstrin) 25
2.6.2. Gam arabik 25
2.6.3. Siklodekstrin 26
2.7. Bal Tozu 27
2.8. Top Kek ve Top Kek ile İlgili Yapılan Çalışmalar 28
2.8.1. Kek üretiminde kullanılan bileşenlerin rolü 33
2.8.1.1. Un 33
2.8.1.2. Şeker 34
2.8.1.3. Yumurta 34
2.8.1.4. Shortening 35
2.8.1.5. Kabartma tozları 36
2.8.1.6. Su 37
2.8.1.7. Tuz 37
3. MATERYAL VE METOT 38
3.1. Materyal 38
3.2. Metot 40
3.2.1. Ön denemeler 40
3.2.1.1. Birinci grup ön denemeler: Propolisin özelliklerinin ve ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi 41
3.2.1.2. İkinci grup ön denemeler: Mikroenkapsülasyon kaplama oranının belirlenmesi 41
3.2.1.3. Üçüncü grup ön denemeler: Top keklerin pişirme koşullarının belirlenmesi 42

3.2.1.4. Dördüncü grup ön denemeler: Çalışmada kullanılacak mikroenkapsül oranının belirlenmesi 43
3.2.2. Farklı kaynaklardan elde edilen propolislerin ekstraksiyonu 44
3.2.3. Mikroenkapsülasyon işlemleri 45
3.2.4. Top kek üretimi 45
3.2.5. Denemeler 46
3.2.6. Analizler 47
3.2.6.1. Top kek üretiminde kullanılan özel amaçlı buğday ununda yapılan analizler 47
3.2.6.2. Ham propolis örneklerinde yapılan analizler 48
3.2.6.3. Mikroenkapsül ve bal tozunda yapılan analizler 49
3.2.6.3.1. Elde edilen mikroenkapsüllerde ve bal tozunda etkinlik ve hapsetme etkinliğinin belirlenmesi 49
3.2.6.3.2. Kitle yoğunluğu (Bulk Density) ve sıkıştırılmış kitle yoğunluğu (Tapped Density) 49
3.2.6.3.3. Mikroenkapsüller ve bal tozunda çözünürlük değerinin belirlenmesi 50
3.2.6.3.4. Yüzey morfolojisi (SEM) analizi 50
3.2.6.4. Ekstrakt, mikroenkapsül, bal tozu ve top keklerde yapılan kimyasal analizler 51
3.2.6.4.1. Toplam fenolik madde eksraksiyonu ve analizi 51
3.2.6.4.2. DPPH radikal giderme analizi 52
3.2.6.4.3. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite tayini (TEAC) 53
3.2.6.4.4. Mineral madde analizi 53
3.2.6.4.5. Fenolik bileşen analizi 54
3.2.6.4.6. Mikroenkapsül, bal tozu ve top keklerde invitro sindirim analizi 54
3.2.6.4.7. Mikroenkapsül, bal tozu ve top keklerde protein analizi 55
3.2.6.5. Hamur analizleri 55
3.2.6.5.1. Hamur yapışkanlık 55
3.2.6.5.2. Hamur yoğunluğu 55
3.2.6.6. Top kek analizleri 55
3.2.6.6.1. Top keklerde fiziksel analizler 56
3.2.6.6.2. Tekstür analizleri 57
3.2.6.6.3. Duyusal analiz 57
3.2.6.6.4. Top keklerin depolanması 58
3.2.7. İstatistiksel analizler 58
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 59
4.1. Ön Denemeler 59
4.1.1. Propolis özellikleri ve ekstraksiyon koşulları 59
4.1.2. Mikroenkapsülasyon kaplama oranının belirlenmesi 68
4.1.3. Top keklerin pişirme koşullarının belirlenmesi 77
4.2. Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Propolis Ekstraktlarının Özellikleri 80
4.3. Bal Tozu ve Mikroenkapsüllerin Özellikleri 83
4.3.1. Bazı önemli özellikleri 83
4.3.2. Renk özellikleri 86
4.3.2. Mineral madde özellikleri 87
4.3.3. Yüzey morfoloji görüntüleri 90
4.3.4. Bazı kimyasal özelikleri 93
4.3.3. Fenolik bileşen madde değerleri 95
4.3.4. Biyoyararlılık değerleri 96
4.4. Denemelerde Kullanılan Özel Amaçlı Buğday Ununun Bazı Özellikleri 98
4.4.1. Denemelerde kullanılan özel amaçlı buğday ununun reolojik özellikleri 100
4.4.1.1. Özel amaçlı buğday ununun farinograf özellikleri 100
4.4.1.2. Özel amaçlı buğday ununun SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik özellikleri 102

4.4.1.3. Özel amaçlı buğday ununun SMS/Chen-Hoseney hamur yapışkanlık özellikleri 102
4.5. Hamur Özellikleri 103
4.6. Top Keklerin Özellikleri 109
4.6.1. Top keklerin fiziksel özellikleri 113
4.6.2. Top keklerin renk değerleri 123
4.6.3. Top keklerin su aktivitesi 137
4.7. Top Keklerin Mineral Madde Miktarları 140
4.8. Depolanan Top Keklerin Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi 143
4.9. Top Keklerin Biyoyararlılığı 151
4.10. Top Keklerin Tekstürel Özellikleri 156
4.11. Duyusal Analiz 170
4.12. Top Keklerin Fenolik Bileşen Değerleri 176
5. SONUÇ 179
KAYNAKLAR 183
ÖZGEÇMİŞ 207

ÖZET

Doktora Tezi

MİKROENKAPSÜLASYON TEKNİĞİYLE ÜRETİLEN FARKLI PROPOLİS EKSTRAKTLARININ VE BAL TOZUNUN KEK ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

Sultan ACUN

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hülya GÜL

Bu çalışmada çam, çiçek ve kestane gibi farklı kaynaklardan elde edilen propolisler uygun koşullarda ekstrakte edildikten sonra iki farklı kaplama materyali kompleksi (maltodekstrin/gam arabik ve β-siklodekstrin/gam arabik) ile mikroenkapsüle edilmiştir. Mikroenkapsülasyon işlemi için kullanılan maltodekstrin/gam arabik ve β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonunun en uygun oranı belirlenmiş ve özellikleri incelenmiştir. Elde edilen mikroenkapsüller ve bal tozu un ile yer değiştirme prensibine göre 4 farklı oranda (%2.5, 5, 7.5 ve 10) hamur formülüne ilave edilerek top kek üretimi gerçekleştirilmiştir.

Üretilen kekler oda sıcaklığında 7 gün boyunca depolanmıştır. Mikroenkapsüle edilen propolislerin ve bal tozunun kek üretiminde kullanılabilme olanakları ile depolama sırasında keklerde meydana gelen fiziksel ve fizikokimyasal değişimler belirlenmiştir. Bu özelliklerin belirlenebilmesi için ekstraktlar, mikroenkapsüller ve keklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite miktarı; mikroenkapsüllerin akışkanlık ve sıkıştırılabilirlik değerleri, keklerin protein, yağ ve kül içerikleri, tekstür parametreleri, hacim indeksi, pişme kaybı, simetri indeksi gibi yapısal özellikleri ve duyusal özellikleri tespit edilmiştir. Depolama süresince keklerin su aktiviteleri, ağırlıkları, hacim değerleri, tekstürel özellikleri, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri, biyoyararlılık oranları belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda farklı kaynaklardan elde edilen propolislerden çam propolisinin daha yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir($p<0.05$). Maltodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerin daha yüksek fenolik madde, antioksidan aktivite ve mineral madde içeriğe sahip oluğu ancak β-siklodekstrin/gam arabik kullanılan mikroenkapsüllerin biyoyararlılık bakımından daha üstün olduğu belirlenmiştir. Mikroenkapsül ve bal tozunun ilave edilme oranının artmasına koşut olarak daha yüksek toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve mineral içeriğine sahip keklerin üretildiği ancak tüketicilerin mikroenkapsül ilavesinin genel olarak %5'in üzerinde olan kekleri tercih etmediği belirlenmiştir. Özellikle %10 oranında mikroenkapsül ilave edilen kekler duyusal analizlerde en düşük puanı almış, depolama ile mikroenkapsülasyonun maskelediği propolisin kendine has koku ve aromasının artmasıyla kabul

edilebilirliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Bal tozunda ise bunun ilave edilme oranı arttıkça tüketicilerin beğenisi artmış ve %10 oranında eklenen bal tozu panelistler tarafından tercih edilmiştir. Mikroenkapsül ve bal tozu ilave edilerek üretilen kekler ilave edilme oranının artmasıyla daha yumuşak bir tekstüre sahip olduğu ve depolama süresince kontrol grubundan daha yumuşak özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak üretilen keklere mikroenkapsül ilave edilmesiyle, keklerin fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri artmış ve kekler daha fonksiyonel gıda haline gelmiştir. Artan ilave oranı keklerin yararlılığını arttırmış olsa da propolisin keskin tat ve kokusu tüketici tercihini sınırlandırmıştır. Mikroenkapsül ve bal tozu ilavesi keklerin tekstürel özelliklerini olumsuz etkilemiş, %2.5 oranında yapılan ilavelerin kontrol grubuna en yakın değerleri verdiği belirlenmiştir. Keklerin kimyasal, fiziksel, tekstürel ve duyusal özellikleri genel olarak incelendiğinde %5 oranında maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen çam propolisi ilave edilmesinin, keklerin biyoyararlılığını arttırdığı belirlenmiştir. Önemli arı ürünlerinden biri olan propolisin mikroenkapsüle edilerek fonksiyonel top kek üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Arıcılığın ve arı ürünlerinin öneminin anlaşıldığı son günlerde, propolisin insanların günlük diyetinin önemli bir parçasını oluşturan tahıl ürünlerinde kullanılması ürünlerin değerinin artmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Propolis, mikroenkapsül, bal tozu, top kek, antioksidan, tekstür

2021, 211 sayfa

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

USING OF DIFFERENT PROPOLIS EXTRACTS AND HONEY POWDER PRODUCED BY MICROENCAPSULATION TECHNIQUE IN CAKE PRODUCTION

Sultan ACUN

Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. HÜLYA GÜL

In this study, propolis obtained from different sources such as pine, flower and chestnut were extracted under suitable conditions and then microencapsulated with two different coating material complexes (maltodextrin/gum arabic and-cyclodextrin/gum arabic). The optimum ratio of maltodextrin/gum arabic and β-cyclodextrin/gum arabic combination used for microencapsulation process was determined and their properties were investigated. According to the principle of replacing with flour, microencapsules obtained in 4 different proportions (2.5, 5, 7.5 and 10%) and honey powder were added to produce cupcakes. The cakes produced were stored at room temperature for 7 days. The possibilities of using microencapsulated propolis and honey powder in cake production and physical and physicochemical changes in the cakes during storage were determined. To determine these properties, the total phenolic substance and antioxidant activity amount of extracts, microencapsules and cakes; The fluidity and compressibility values of microencapsules; protein, lipid and ash contents of the cakes, texture parameters and sensory properties of cakes were determined. During storage, water activities, cake weights, volume values, textural properties, total phenolic substance and antioxidant activity values, bioavailability rates of the cakes were determined.

As a result of the study, it was determined that pine propolis has higher total phenolic substance and antioxidant capacity ($p<0.05$) than the other propolis samples. It has been determined that microencapsules produced using maltodextrin/gum arabic have higher phenolic substance, antioxidant activity and mineral substance content, but

microencapsules using β-cyclodextrin/gum arabic are superior in terms of bioavailability. It has been determined that the microencapsule and honey powder used have higher total phenolic substance, antioxidant activity and mineral content with the increase in the rate of addition, but consumers generally do not prefer cakes with more than 5% in microencapsule addition. Especially the cakes with 10% microencapsule added got the lowest score in sensory analysis, it was determined that the acceptability of propolis, which was masked by microencapsulation with storage, decreased with the increase of its unique smell and aroma. As the rate of addition of honey powder increased, the like of the consumers increased and the honey powder added at the rate of 10% was preferred by the panelists. It was determined that the cakes produced by adding microencapsule and honey powder had a softer texture with the increase in the rate of addition and showed a softer feature than the control group during storage.

As a result, by adding microencapsules to the produced cakes, the phenolic substance and antioxidant activity values of the cakes increased and the cakes became more functional food. Although the increased addition rate has increased the benefit of cakes, the pungent taste and smell of propolis has limited consumer preference. Addition of microencapsule and honey powder negatively affected the textural properties of the cakes, it was determined that the additions made at the rate of 2.5% gave the closest values to the control group. When the chemical, physical, textural and sensory properties of cakes were examined in general, it was determined that the production of pine propolis, which was microencapsulated with 5% maltodextrin / gum arabic combination, increased the bioavailability of cakes. It was concluded that propolis, one of the important bee products, can be microencapsulated and used in the production of functional cakes. Nowadays, the importance of beekeeping and bee products is understood and the use of propolis in cereal products, which is an important part of the daily diet, will contribute to the increase of the value of the products.

Keywords: Propolis, microencapsule, honey powder, cupcake, antioxidant, texture

2021, 211 pages

TEŞEKKÜR

Eğitim hayatımda mihenk taşım ve en büyük şansım olarak tanımlayabileceğim, azmine, bilgisine sonsuz saygı duyduğum; sevgisi, özverisi ve şefkatiyle öğrencilerini sarıp sarmalayan; sabrıyla bizi bir hamur gibi yoğurup şekillendiren ve en iyisini yapmamız için bizi cesaretlendiren ve bunun için çaba gösteren, başladığım yolda en başından beri yanımda bulduğum ve duruşundan güç aldığım, değerli fikirlerini ve yardımlarını benden esirgemeyen, bilgisinden ve öngörülerinden her daim yararlandığım değerli hocam Prof. Dr. Sayın Hülya GÜL'e,

Doktora çalışmalarım sırasında bilgileri ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Burhan KARA ve Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞÇU'ya,

İlgi ve yardımlarını hep yanımda hissettiğim Öğr. Gör. Dr. Fadime SEYREKOĞLU ve Öğr.Gör. Solmaz GARAN'a

Laboratuvar çalışmalarında ve ihtiyacım olan her an yanımda olan neşe kaynağım, moral desteğim Gıda Yüksek Mühendisi Çiçek ATAMAN'a

Hayatımdaki süper kahramanım, mutluluğumla mutluluk bulan, sevincimi, hüznümü paylaşan, aradığım her saatte telefonun diğer ucunda yardıma hazır olan, moral veren, tüm zorluklar içinde maddi, manevi desteğini benden esirgemeyen ve yüzünde hiç bitmeyeceğini düşündüğüm gülümsemesiyle her saniye yanımda bulduğum, tanıdığım en güçlü kadın, koruyucu meleğim, bana inanmaktan hiç vazgeçmeyen annem Fatma ACUN'a

Çalışmanın önemini her an hatırlatan, bu konuda her zaman destek olan, her vazgeçişimde yeniden cesaretlendiren, tekrar başlamam için güç bulmamı sağlayan, akıl hocam, kıymetlim babam Cemali ACUN'a

Geçirdiğimiz tüm zamanların daha anlamlı olmasına neden olan, fedakarlıklarını asla göz ardı edemeyeceğim, dürüstlüğü, çalışkanlığıyla gurur duyduğum ve azmine özendiğim, her daim yanımda olan kardeşlerim Murat ACUN ve Mehmet Emin ACUN'a

Hayatıma renk katan, işlerin kolaylaşması için hep yanımda bulduğum, bakış açımı değiştirerek yapabileceklerimi keşfetmemi sağlayan, desteğini her daim yanımda hissettiğim, dik duruşuyla güvende hissettiren arkadaşım Gazi ÖZTÜRK'e

Tez çalışmasında HPLC analizlerindeki yardımlarından dolayı Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ve SEM görüntüleme analizlerinin yapıldığı Karedeniz İleri Teknolojiler Enstitüsü'ne

FDK-2019-6924 No'lu proje kapsamında tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na
Tüm katkıları nedeniyle teşekkür ederim.

Sultan ACUN

2021

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Liyofilizasyon metodu ile enkapsülasyon 23
Şekil 3.1. Çalışmanın özet şeması 40
Şekil 3.2. Propolis örneklerinin ekstraksiyonu 44
Şekil 3.3. Toplam fenolik madde kalibrasyon grafiği 52
Şekil 3.4. Top kek ölçüm şablonu 56
Şekil 4.1. Çam propolisine ait kromotogram 63
Şekil 4.2. Çiçek propolisine ait kromotogram 63
Şekil 4.3. Kestane propolisine ait kromotogram 63
Şekil 4.4. Ekstraksiyon parametrelerinin çam propolisi verimi ve antioksidan gücü üzerine etkisi 65
Şekil 4.5. Ekstraksiyon parametrelerinin çiçek propolisi verimi üzerine etkisi 67
Şekil 4.6. Ekstraksiyon parametrelerinin kestane propolisinin antioksidan gücü üzerine etkisi 68
Şekil 4.7. Farklı sıcaklık ve süre normlarına göre pişirilen kekler 79
Şekil 4.8. Mikroenkapsüller ve bal tozu örnekleri 87
Şekil 4.9. Mineral maddelerin kalibrasyon grafikleri 89
Şekil 4.10. MGÇ yüzey morfolojisi 90
Şekil 4.11. MGÇ yüzey morfolojisi 90
Şekil 4.12. MGK yüzey morfolojisi 91
Şekil 4.13. β-SGÇÇ yüzey morfolojisi 91
Şekil 4.14. β-SGÇ yüzey morfolojisi 91
Şekil 4.15. β-SGK yüzey morfolojisi 91
Şekil 4. 16. Özel amaçlı buğday ununa ait farinogram 101
Şekil 4. 17. Farklı mikroenkapsüllerin hamur yapışkanlık grafikleri 109
Şekil 4. 18. Zamana bağlı olarak kek çeşitlerinin hacim değişim grafiği 116
Şekil 4. 19. Zamana bağlı olarak kek çeşitlerinin ağırlık değişim grafiği 122
Şekil 4. 20. Farklı oranlarda mikroenkapsül ilave edilen top kekler 135
Şekil 4. 21. Farklı oranlarda mikroenkapsül ilave edilen top kekler 136
Şekil 4. 22. Zamana bağlı olarak uygulama ve çeşitlerin su aktivitesinin değişim grafiği 140
Şekil 4. 23. Mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklerin zamana göre toplam fenolik madde miktarının değişim grafiği 148
Şekil 4. 24. Mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklerin zamana göre antioksidan aktivitelerinin değişim grafiği 150
Şekil 4.25. MGÇÇ ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği 171
Şekil 4.26. MGÇ ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği 172
Şekil 4.27. MGK ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği 173
Şekil 4.28. β-SGÇÇ ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği 173
Şekil 4.29. β-SGÇ ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği 174
Şekil 4.30. β-SGK ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği 175
Şekil 4.31. Bal tozu ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği 176

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Propolisin kimyasal özellikleri....8
Çizelge 3.1. Propolis ekstraktı için kaplama maddesi oranlarına ait Simplex Lattice tasarımı....38
Çizelge 3.2. Merkezi Kompozit ile elde edilen top kek pişirme koşulları deneme planı....43
Çizelge 3.3. Propolis numunelerinin Merkezi Kompozit ile elde edilen ekstraksiyon koşulları....44
Çizelge 3.4. Topkek üretim reçetesi....46
Çizelge 3.5. Carr indeks, Hausner oranı ve akışkanlık ilişkisi....50
Çizelge 3.6. Atomik absorbsiyon cihaz kriterleri....54
Çizelge 4.1. Çam, kestane ve çiçek propolislerinin bazı kimyasal özellikleri....59
Çizelge 4.2. Çam, kestane ve çiçek propolislerinin fenolik bileşen değerleri....61
Çizelge 4.3. Her bir yanıt üzerine lineer, quadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren çam propolisi ekstraksiyon koşulları ANOVA tablosu....64
Çizelge 4.4. Her bir yanıt üzerine lineer, quadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren çiçek propolisi ekstraksiyon koşulları ANOVA tablosu....66
Çizelge 4.5. Her bir yanıt üzerine lineer, quadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren kestane propolisi ekstraksiyon koşulları ANOVA tablosu....67
Çizelge 4.6. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren Maltodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen çam propolisinin ANOVA tablosu....69
Çizelge 4.7. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren Maltodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen çiçek propolisinin ANOVA tablosu....70
Çizelge 4.8. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren Maltodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen kestane propolisinin ANOVA tablosu....71
Çizelge 4.9. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren β-Siklodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen çam propolisinin ANOVA tablosu....72
Çizelge 4.10. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren β-Siklodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen çiçek propolisinin ANOVA tablosu....73
Çizelge 4.11. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren β-Siklodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen kestane propolisinin ANOVA tablosu....76
Çizelge 4.12. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren pişirme normlarına ait ANOVA tablosu....77
Çizelge 4.13. Farklı sıcaklık ve süre normlarına göre üretilen keklerin bazı fiziksel özellikleri....78

Çizelge 4.14. Farklı sıcaklık ve süre normlarına göre üretilen keklerin tekstürel özellikleri 79
Çizelge 4.15. Farklı sıcaklık ve süre normlarına göre üretilen keklerin renk değerleri 80
Çizelge 4.16. Çiçek, çam ve kestane ekstraktlarının toplam fenolik madde ve antioksidan özellikleri....81
Çizelge 4.17. Bal tozu ve mikroenkapsüllerin bazı özellikleri....83
Çizelge 4.18. Baltozu ve mikroenkapsüllerin renk değerleri 86
Çizelge 4. 19. Baltozu ve mikroenkapsüllerin mineral madde değerleri....88
Çizelge 4. 20. Bal tozu ve mikroenkapsüllere ait fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri....94
Çizelge 4.21. Bal tozu ve mikroenkapsüllerin fenolik bileşen değerleri 95
Çizelge 4.22. Baltozu ve mikroenkapsüllerin biyoyararlılık sonuçları....97
Çizelge 4.23. Özel amaçlı buğday ununun bazı kimyasal özellikleri....99
Çizelge 4.24. Bal tozu ve mikroenkapsül ilave edilen top kek hamurlarının yoğunlukları 105
Çizelge 4.25. Bal tozu ve mikroenkapsül ilave edilen top kek hamurların SMS/Chen-Hoseney hamur yapışkanlık değerleri 108
Çizelge 4.26. Top keklerin bazı özellikleri 110
Çizelge 4.27. Depolanan top keklerin hacim değerleri 115
Çizelge 4.28. Top keklerin bazı fiziksel özellikleri....118
Çizelge 4.29. Depolanan top keklerin ağırlıkları 121
Çizelge 4.30. Top keklerin kabuk L değerleri....124
Çizelge 4.31. Top keklerin kabuk a değerleri 125
Çizelge 4.32. Top keklerin kabuk b değerleri 126
Çizelge 4.33. Top keklerin iç L değerleri 130
Çizelge 4.34. Top keklerin iç a değerleri....131
Çizelge 4.35. Top keklerin iç b değerleri....132
Çizelge 4.36. Top keklerin su aktivitesi değerleri....139
Çizelge 4.37. Top keklerin mineral madde değerleri 141
Çizelge 4.38. Depolanan top keklerin toplam fenolik madde miktarı 145
Çizelge 4.39. Depolanan top keklerin antioksidan aktivitesi (% DPPH inhibisyon)....146
Çizelge 4.40. Depolanan top keklerin antioksidan aktivitesi....147
Çizelge 4.41. Depolanan top keklerin toplam fenolik madde biyoyararlılık oranları 153
Çizelge 4.42. Depolanan top keklerin antioksidan aktivite (%DPPH) biyoyararlılık oranları 154
Çizelge 4.43. Top keklerin sertlik değerleri 158
Çizelge 4.44. Top keklerin esneklik değerleri....160
Çizelge 4.45. Top keklerin yapışkanlık değerleri....162
Çizelge 4.46. Top keklerin sakızımsılık değerleri....165
Çizelge 4.47. Top keklerin çiğnenebilirlik değerleri....166
Çizelge 4.48. Top keklerin elastikiyet değerleri....169
Çizelge 4.49. Kabul edilebilir özellikteki top keklerin kafeik asit, p-kumarik asit ve ferulik asit değerleri....177

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$CaCl_2$	Kalsiyum Klorür
cm	Santimetre
dak	dakika
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
Fe	Demir
FOSHU	Foods for Specified Health Uses (Sağlık İçin Yararlı Besinler)
g	Gram
GA	Gam arabik
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GRAS	Generally Recognise as Safe (Genellikle Güvenilir Sayılan)
HCl	Hidroklorik asit
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromotografisi
K	Potasyum
kg	Kilogram
l	Litre
M	Molar
MD	Maltodekstrin
MGÇ	Maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen çam propolis mikroenkapsülü
MGÇÇ	Maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen çiçek propolis mikroenkapsülü
MGK	Maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen çiçek propolis mikroenkapsülü
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimolar
MPa	Megapaskal
N_2O	Nitröz oksit
nm	Nanometre
s	saniye
SD	Siklodekstrin
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
TEAC	Troloks Equivalent Antioksidan Capacity (Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi)
TGK	Türk Gıda Kodeksi
W	Watt
β-SD	Beta siklodekstrin
β-SGÇ	β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen çam propolis mikroenkapsülü
β-SGÇÇ	β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen çiçek propolis mikroenkapsülü
β-SGK	β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen kestane propolis mikroenkapsülü
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre

1. GİRİŞ

1984 yılında Japonya' da FOSHU (Foods for Specified Health Uses: Sağlık İçin Yararlı Besinler) olarak ortaya çıkan, besleyiciliğinin yanında bireyin fiziksel ve ruhsal gelişimini etkileyen fonksiyonel gıdalar; eğitim seviyesinin artmasıyla birlikte tüketicinin bilinçlenmesi ve sağlıklı besinleri tercih etmesi nedeniyle ön plana çıkmıştır. Fonksiyonel gıdalar literatürde ürüne göre (takviye edilmiş; zenginleştirilmiş gıdalar vb.) ya da kullanım amacına göre (hayatı kolaylaştırıcı ürünler ya da sağlık problemlerini azaltıcı ürünler vb.) sınıflandırılabilmektedir (Bigliardi ve Galati, 2013). Yani, sağlığa faydalı karoten içeren çiğ havuç; hassasiyeti bulunan kişiler için üretilen olumsuz bileşeni uzaklaştırılmış/değiştirilmiş laktozsuz süt; insanların metabolizmasını destekleyen, hastalıkları azaltan antioksidan gibi bir bileşenle zenginleştirilmiş gıdalar, fonksiyonel gıda olarak sayılabilmektedir (Dayısoğlu vd., 2003; Erbaş, 2006; Bigliardi ve Galati, 2013). Antioksidanlar, vücudumuzda sağlık sorunlarına yol açan okside edici maddeleri önleyerek sağlığımızın korunmasına yardımcı olan aynı zamanda antimikrobiyal, antikanserojen etki gösteren maddelerdir. Bitkisel ürünlerin yanı sıra bal, propolis gibi arı ürünleri de antioksidan bakımından oldukça zengindir ve gıdalara ilave edilerek fonksiyonel özellik kazandırması konusunda son yıllarda ön plana çıkmaktadır (Meral ve Doğan., 2012; Keskin, 2018; Bağdatlı, 2019).

Propolis, bal arıları tarafından kovanlarını çeşitli hastalık yapıcı etkenlere karşı korumak amacıyla bitkilerin çeşitli kısımlarından toplanan reçinemsi, suda çözünürlüğü az, viskoz, keskin kokulu maddedir. Zengin antioksidan, antiviral, antiinflamatuar ve antimikrobiyal etkisi nedeniyle propolis uzun yıllardır halk tarafından ilaç olarak kullanılmıştır. Günümüzde gıda sanayinde de koruyucu ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanılabilmektedir (Keskin, 2018). Propolis elde edildiği kaynağa bağlı olarak bileşiminde reçine, balmumu, aromatik yağ ve polen bulundurmaktadır (Engür, 2007; Sarıkaya, 2009; Yavuz, 2011; Keskin, 2018). Ayrıca propolisin kimyasal bileşiminde diterpenler, triterpenler, flavanoidler ve fenolik bileşenler temel bileşenler olarak sayılmaktadır (Al- Ghamdi vd., 2017). Propoliste 300' den fazla fenolik bileşen tanımlanmıştır (Escriche ve Juan- Borras, 2018). Fenolik bileşenler sağlık üzerine olumlu etkiye sahip suda çözünen antioksidanların en önemli bileşenidir (Meral ve Doğan, 2012). Bu bileşenler gıdaların işlenmesi, depolanması

gibi faktörlerden olumsuz etkilenebilmektedir (Karadeniz vd., 2005). Günümüzde sağlığa yararlı bu gibi bileşenlerin serbest ya da bir ürün içinde daha uzun bir süre etkinliğini koruyabilmesi için farklı mikroenkapsülasyon teknikleri ile çalışmalar yapılmaktadır (Tontul, 2017).

Mikroenkapülasyon, korunmak istenen etken bileşen ile olumsuz çevre koşulları arasında bir koruma kalkanı oluşturur, bileşenin kontrollü salınımını sağlar, tat/koku da iyileşme sağlar ve ürünün raf ömrünü arttırır (Başyiğit ve Çam, 2017; Tontul, 2017). Birçok avantajına rağmen kendine has keskin kokusu ve aroması nedeniyle tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği az olan propolis, gıda ürünlerinde düşük konsantrasyonlarda kullanıldığında bile istenmeyen tat ve aroması hissedilebilmektedir. Propolis ya da ekstraktları, üretiminde yüksek ısıl işlem gerektirmeyen dondurma, yoğurt gibi süt ürünlerinde; sosis, salam gibi et ürünlerinde; meyve suyu üretiminde ya da sakız üretiminde kullanılmıştır (Çiftçi, 2015; Bölük, 2019). Keskin tat ve aroma bileşenlerinin maskelenmesinde faydalı olan mikroenkapsülasyon teknolojisi propolisin gıdalarda kullanılabilirliğinin arttırılmasında bir çözüm olarak sunulabilir. Propolisin mikroenkapsülasyonunda iyonik jelasyon, dondurarak kurutma, sprey kurutma gibi yöntemler kullanılmıştır. Pişirme işleminde yüksek ısının uygulandığı fırın ürünlerinde yapılan bir araştırmada; mikroenkapsül verimi az olan iyonik jelasyon yöntemi kullanılmıştır (Bağdatlı, 2019). Araştırmalar propolis mikroenkapsülünde dondurarak kurutmanın daha iyi bir yöntem olduğunu ve kaplama materyali olarak da Gam arabik kullanmanın propolis mikroenkapsülünde kaplama etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir (Sturm vd., 2019).

Kek, kraker ve bisküvi gibi yumuşak buğday ürünlerinden biri olup, besleyici değeri yüksek ve toplumun birçok kesimi tarafından sevilerek tüketilen bir gıda maddesidir. Farklı üretim yöntemleri ve farklı formülasyonlar nedeniyle kekin tam tanımı yapılamamakla birlikte çeşitli şekillerde üretilebilmektedir. Şehirleşme ve modern yaşam koşulları, toplumu besleyici değeri yüksek, görsel çekiciliği olan ve farklı tatlardaki tüketime hazır gıdalara yönlendirmiştir. Kahvaltıda ya da gün içinde pratik ve besleyici olması nedeniyle açlığın bastırılması için kolay tüketilebilen dilim kekler ya da top kekler farklı yaş gurupları, eğitim ve gelir düzeyine sahip kişiler tarafından tercih edilmektedir (Baltacıoğlu ve Uyar, 2017; Najafi vd., 2017).

Günümüze kadar kek üretimi ile ilgili birçok çalışma yapılmış olup bileşiminde kullanılan maddelerden faydalanılarak keklere fonksiyonel özellik kazandırılmak istenmiştir. İlave edilen maddeler keklerin besin değeri, diyet lif ve fenolik madde bakımından zenginleştirilmesini sağlamıştır. Ancak yapılan çalışmalarda arı ürünlerinden biri olan propolisin liyofilize edilerek farklı kaplama materyalleri ile mikroenkapsüle edilmesi sonucunda kek üretiminde kullanımına rastlanmamıştır. İyonik jelasyon yöntemiyle mikroenkapsüle edilen propolis ekstraktları kek üretiminde kullanılmıştır. Ancak iyonik jelasyon yönteminde elde edilen mikroenkapsül miktarının az olması ve ticari açıdan kullanımının sınırlı olması nedeniyle alternatif bir metot ile mikroenkapsüle propolisin kek üretiminde değerlendirilmesi ile ilgili yapılacak bir çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmamız literatürdeki bu açığın kapatılması konusunda yardımcı olacaktır.

Literatürde propolis ve ekstraktlarının fonksiyonel ürün elde etmek, gıdaların muhafaza süresini uzatmak için meyve-sebze, et ve süt ürünlerinde yaygın kullanıldığı belirlenmiştir. Ancak propolisin kendine has keskin tat ve kokusu gıdalarda kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu çalışmada propolis ekstraktının, istenmeyen tat koku bileşenlerini maskelemek, biyoaktif bileşenlerini korumak için maltodekstrin/gam arabik ve β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu kullanılarak liyofilizasyon metodu ile mikroenkapsüle edilmesi amaçlanmıştır. Çam, kestane ve çiçek propolisi gibi tek bir kaynaktan elde edilen propolislerin ısıl işleme dayanıklı mikroenkapsüllerinin top kek üretiminde kullanılması ile fonksiyonel özellikte bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Propolisin Tanımı

Yirmi binden fazla türü olan ve sosyal bir yaşama sahip olan arılar yüzyıllardır çevre, sağlık ve beslenme açısından büyük öneme sahiptirler. Bal, polen, arı sütü, propolis gibi arılar tarafından üretilen ürünler geçmişte olduğu gibi günümüzde de birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle arı ürünleri kullanılarak birçok hastalığın tedavisinin desteklendiği apiterapi adı verilen alternatif tıp alanında çeşitli arı ürünlerinden faydalanılmaktadır. Yüksek antioksidan ve antimikrobiyal özelliği nedeniyle önemli arı ürünlerinden biri olan propolisin cilt hastalıkları, diş sağlığı, yumuşak doku kanseri gibi birçok alanda olumlu katkısının olduğu bildirilmiştir (Bayram, 2015). Ayrıca propolis kozmetik, gıda sanayi ve ilaç sanayinde de kullanılmaktadır. Standardizasyon sorunu nedeniyle ilaç sanayinde kullanımı sınırlı olsa da birçok hastalık üzerine olumlu yönde etkisinin bulunduğu bildirilmiştir (Keskin, 2018).

Propolis, bal arılarının (*Apis mellifera*) ağızlarından salgıladıkları enzim ve bal mumu ile bitkilerin (kavak, ökaliptus, kestane, çam gibi) tomurcuk, yaprak ya da kabuk çatlaklarından topladığı bitki reçineleri, polen, zamk, müsilaj gibi maddelerini karıştırarak oluşturduğu ürüne denir (Burdock, 1998; Castaldo ve Capasso, 2002, Bayram, 2015).

Propolis Yunanca bir kelime olup, etimolojik olarak incelendiğinde savunma anlamına gelen “pro” ve şehir anlamına gelen “polis” kelimelerinin birleşmesi ile ortaya çıkmıştır ve “şehrin (kovanın) savunulması” anlamına gelmektedir. Arıların kovan içerisinde sıcaklığı 35℃’de sabitlemek, kovan girişini daraltarak yağmacı canlıların kovana girmesini engellemek ya da kovan içinde ölen taşınamayacak özellikteki arıların mumyalanması amacıyla kullanılır. Propolisin elde edildiği coğrafi bölgeye göre üretim miktarı, fiziksel ve kimyasal özellikleri değişebilmektedir. Propolis üretimi yıl, mevsim, orman florası, tuzaklama mekanizması ve koloni özelliklerinden etkilenebilmektedir. Bu farklılıklara bağlı olarak üretim miktarı ortalama 10 g ile 300 g arasında değişiklik gösterebilir (Usman vd, 2016; Popova vd., 2017). Yıllık propolis tüketiminin yaklaşık 700-800 ton olduğu tahmin edilse de gerçek miktarı tam olarak bilinmemektedir. Propolisin kimyasal bileşiminde çok farklı bileşenler

bulunmaktadır ve kimyasal bileşimi her bir propolis örneği için kalitatif ve kantitatif olarak farklılık gösterir.

Kendine özgü kokusu olan propolis, farklı renklerde bulunabilmektedir. Bileşenlerin özelliklerine bağlı olarak krem renginden, sarı, yeşil, kırmızı, açık ya da koyu kahverengiye değişen renklerde bulunabilmektedir. %50 oranında bulunan reçine (fenolik bileşenler) propolisin etken maddesini oluşturmakta olup fenolik asitler, flavanoidler ve esterlerinden oluşan polifenoller farmakolojik açıdan en aktif bileşenlerdir (Keskin, 2018).

Propolisin kimyasal bileşiminin incelenmesi için yapılan çalışmalarda daha çok propolis ekstraktları araştırılmış ve fenolik asitler, flavanoidler, prenillenmiş p-kumarik asit ve asetogenen lignanlar, fenolik bileşenler, di ve tri terpenler, şekerler, şeker alkolleri, hidrokarbonlar ve mineral elementler olarak sınıflandırılabilen 300 civarında bileşen tespit edilmiştir (Talla vd., 2014; Bayram, 2015). Propolisin toplandığı bölgedeki botanik farklılıklar kimyasal bileşimini etkilemesine rağmen; farklı propolislerde yapılan çalışmalarda kafeik asit fenil ester, luteolin, kafeik asit gibi fenolik bileşenlerin farklı miktarlarda da olsa ortak olabildiği bildirilmiştir (Keskin, 2018).

2.1.1 Propolisin tarihçesi

Son yıllarda birçok alandaki olumlu katkısı nedeniyle popüler olan propolisin kullanımı milattan öncesine dayanmaktadır. Eski Yunan ve Roma da propolis için "yara iyileştirici" ifadesi kullanılırken İbranice'de "Tzorr" kelimesi kullanılmıştır ve Yunan ve Roma dilinde olduğu gibi yara iyileştirici demektir. Propolisin tıp alanındaki etkilerinden, Hipokrat, Heredot, Aristoteles, Dioscorides, Pliny ve Galen gibi Yunan ve Romanlı hekimlerin yanı sıra diğer antik dönem bilginleri de övgüyle bahsetmiştir (Çelik, 2016). Yine Mısırlılar propolisten mumyalama ve ilaç yapımında faydalanmışlardır. Afrika' da ise ilaç olarak kullanılmasının yanında zamksı özelliği nedeniyle davul yapıştırma ya da su konteynırlarının tamirinde, İtalya'da kemanların verniklenmesinde kullanılmıştır. Avrupa'da ise özellikle 12 yüzyıldan itibaren ilaç olarak ön plana çıkmıştır. Boğaz enfeksiyonları, diş çürüklerinin tedavisinde halk tarafından önemli bir ilaç olduğu bildirilmiştir. II. Dünya Savaşı sırasında da Sovyet

askerlerinin savaş yaralarının iyileştirilmesinde kullanılmıştır (Jolly 1978; Ghisalberti, 1979; Krell, 1996; Özkök, 2009). 1950'den itibaren bilimin ilerlemesi ile önemli bileşenler izole edilerek insanlara olan yararı kanıtlanmıştır ve günümüzde kanser üzerine yapılan çalışmalarda propolisin özellikle yumuşak doku kanserine karşı olumlu etkisi tespit edilmiştir (Santos vd., 2008).

2.1.2. Propolisin fiziksel özellikleri

Akçaağaç (*Acer L.*), kızılağaç (*Alnus Miller*), meşe (*Quercus L.*), söğüt (*Salix L.*), fındık (*Corylus L.*), erik (*Prunus L.*), karaağaç (*Ulmus L.*), at kestanesi (*Aesculus hippocastanum* L.), çam (*Pinus L.*), ökaliptus (*Eucalyptus cameludensis* Dehnh.), kestane (*Castaneasativa Miller*), huş (*Betula L.*), kavak (*Populus L.*), ıhlamur (*Tilia L.*), dişbudak (*Fraxinus L.*) gibi reçine oranı yüksek olan ağaçların yanında bazı otsu bitkilerin tomurcuk, yaprak gibi kısımları bal arıları tarafından propolis üretimi için tercih edilmektedir (Bonvehi ve Coll 2000).

Kavak (*Populus* spp.) türleri Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'nın tropik olmayan bölgeleri ve karasal iklime sahip bölgelerde propolisin kaynağı olarak görülürken kavak ağacının yetişmediği yerlerde arılar propolis kaynağı olarak farklı bitkileri tercih edebilmektedir. Rusya'da Huş ağaçları (*Betula verrucasa*), Brezilya'da *Baccharis* türleri, İtalya'da kestane *(Castaneae* spp.*)*, Avustralya'da ökaliptus *(Eucalyptus sp.)* propolisin kaynağı olarak kullanılmaktadır (Velikova vd. 2000). Türkiye'de ise Bursa'da kestane *(Castaneae),* Kayseri ve Sivas'ta kavak (*Populus* spp.), Mersin'de ise ökaliptus *(Eucalyptus)* ağaçları propolis kaynağı olarak kullanılmaktadır (Silici, 2010; Özdere, 2019).

Propolisin rengi, reçinenin elde edildiği kaynağa bağlı olarak açık sarıdan koyu kahverengiye kadar değişebilir. Ancak Coggshall ve Morse (1984) tarafından şeffaf renkte propolis varlığı da bildirilmiştir. Propolis, 25-45 ºC sıcaklıklarda, yumuşak, esnek ve çok yapışkan bir maddedir. 10-15 ºC'den az sıcaklıklarda kısmen donmuş veya donmaya yakın halde olup, sert ve kırılgan bir haldedir. Derin dondurucuya konulduğu zaman katılaşır ve kolaylıkla toz haline getirilebilir (Şahin, 2019). 45 ºC'nin üzerinde yapışkanlığı artar yumuşak bir kıvam alır ve bu nedenle yaz

aylarında arıcıların çalışmasını güçleştirebilir. 60-70ºC'de kısmen erir. Fakat bazı örneklerde erime noktasının 100 ºC'yi bulabildiği bildirilmiştir (Krell, 1996).

2.1.3. Propolisin kimyasal özellikleri

Arıların farklı kaynak (okaliptüs, kavak, erik, kestane vb.) tercihine göre ürettikleri propolisin temel kimyasal bileşikleri değişkenlik göstermektedir. Tropikal bölgelerden toplanan propolisin karasal iklime sahip bölgelerden toplanan propolisten farklı kimyasal yapı göstermesinin nedeni, vejetasyonun farklı olmasıdır (Silici ve Kaftanoğlu, 2003). Ayrıca coğrafik bölgedeki bitki türleri propoliste bulunan bileşiklerin miktarını da etkilemektedir. Dihidroflavonoidler, pinobanksin ve pinocembrin gibi flavanoidler Yeni Zelanda'da yapılan çalışmada analiz edilen örneklerdeki flavonoidlerin yaklaşık olarak %70'ini oluşturduğu bildirilirken; Brezilya, Uruguay ve Çin'de yapılan benzer bir çalışmada ise örneklerdeki dihidroflavonoid miktarının Yeni Zelanda'daki örneklere göre %10 daha az çıktığı bildirilmiştir (Krell, 1996, Özkök, 2009). Yine benzer bir çalışmada Türkiye' nin üç farklı bölgesinden alınan 12 farklı propolis, Brezilya'dan alınan dört farklı propolis ve Japonya' dan alınan bir propolisin bileşenlerinin incelenmesi sonucunda kafeik asit, aromatik asitler ve esterlerinin Türkiye propolislerinde araştırmadaki diğer ülkelerden alınan propolislerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Nyandwi, 2017)

Propolisin kimyasal yapısında bulunan aktif bileşikler (Çizelge 2.1.) propolise; antibakteriyel, antiviral, antiparaziter, antifungal, antiinflamatuar, antitümoral, antioksidan, rejeneratif, antiülser, immunmodülatör, hepatoprotektif, kardioprotektif, nöropotektif, analjezik, lokal anestezik ve antiseptik gibi birçok biyolojik aktivite kazandırır (Akao vd., 2003; Velazquez vd., 2007; Sorucu, 2015).

Çizelge 2.1.Propolisin kimyasal içeriği (Albayrak ve Albayrak, 2008)

Bilesik	Elemanları	Miktar (%)
Reçine	Flavonoidler, fenolik asitler ve esterler	45-55
Mumlar ve Yağ asitleri	Bal mumu ve bitkisel kaynaklı	25-35
Yağlar	Uçucular	10
Polen	Proteinler (16 serbest amino asit >1%),(arjinin ve prolin birlikte toplamın 46%'sı)	5
Organik bileşikler ve mineraller	14 eser mineral, demir ve ve çinko en yaygın olanı; ketonlar, laktonlar, kinonlar, steroidler,benzoik asit, vitaminler, sekerler	5

Propolisin içeriğinin farklı etmenlere bağlı olarak değişmesi propolisin biyolojik etkinliğine de yansımaktadır (Isla vd., 2009; Nunes vd., 2013). Bu konularda yapılan çalışmalarda, mevsimlerin propolisin antibakteriyel, antitümoral ve antioksidan aktivitelerine ve bu etkileri meydana getiren fenolik bileşiklerin miktarını etkilediği bildirilmiştir. Nunes vd., (2013) Brezilya'dan; Isla vd., (2009) Arjantin'den ve yine Loureiro ve Galbiati., (2013) Brezilya'dan topladıkları propolislerin toplam fenolik ve antioksidan aktivitesinin; içeriğinin farklı olduğunu bildirmiştir.

Bankova vd. (1998), Brezilya'dan topladıkları propolislerin kimyasal kompozisyonunu GC-MS ile incelemiş ve mevsime bağlı propolis içeriğinin farklı olduğunu fakat esansiyel yağlar üzerinde anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmiştir. Simoes- Amrosino vd., (2010), yine Brezilya'dan topladıkları propolislerin kimyasal özelliklerinin, sitotoksik etkisinin ve antioksidan aktivitesinin mevsimlere göre farklı olduğunu bildirmiştir (Sorucu, 2015).

2.1.4. Propolisin anti-bakteriyel aktivitesi

Son yıllarda bakterilerin antibiyotik direncinin artmasıyla, antibakteriyel bir madde olarak propolis ön plana çıkmıştır. Propolis antibiyotiklerle beraber kullanıldığında sinerjik etki göstermektedir. Propolis antibakteriyel etkisi bakterilerin hareketlerini engellemek üzerinedir. Antibiyotiklerin depolama süresi uzadıkça biyolojik

aktiviteleri azalmaktadır. Ancak alkol ekstraksiyonu ile üretilen propolisin 10-15 yıl depolanması ile antibakteriyel aktivitesinin arttığı bildirilmiştir (Bankova vd, 2016). Ticari ekstraksiyonlar için kullanılan en yaygın çözücüler etanol, glikol ve sudur. Propolisteki bakterisidal bileşiklerin çoğu su veya alkolde çözünebilmektedir (Krell, 1996; Özkök, 2009).

Propolisin antimikrobiyal aktivitesi en önemli biyolojik özelliklerindendir. Propolisin antibakteriyel etkisi hem aerobik hem de anaerobik Gram pozitif ve negatif mikroorganizmalar üzerine etki göstermektedir. Ayrıca arı türleri tarafından toplanan propolislerin antimikrobiyal etkisi arasında da farklılıklar belirlenmiştir (Graikou, 2016). Propolis Gram pozitif patojenlere karşı daha etkili olmasına rağmen birçok Gram negatif bakterileri de inhibe edebildiği belirlenmiştir (Kumar vd., 2008).

Kumar vd. (2008), agar difüzyon metodu ile propolisin *Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa, E. coli, Candida albicans* ve *Aspergillus niger* üzerine antibakteriyel etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Etanolik propolis ekstraktı (200 mg/ml) Gram pozitif bakterilere karşı yüksek antimikrobiyel aktivite gösterirken, Gram negatif bakterilere daha az etki ettiği bildirilmiştir.

2.1.5. Propolisin biyolojik ve terapötik özelikleri

Propolis bileşiminde bulunan maddeler nedeniyle antibakteriyel, antioksidan, antiinflamatör, immünomodülatör, antitümör gibi bazı biyolojik aktiviteleri sahiptir ve popüler bir ilaç olarak, ilaç sanayinde çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (Seven ve Seven, 2007). Bu bileşenlerden biri olan sinamik asit ve komadinin bakterisidal etkiye sahiptir. Flavonoidler ve aromatik asit türevlerinin ülser üzerine immünomodülatör ve invitro ortamda antiviral aktivitesi (herpes simpleks ve influenza virusları üzerine) belirlenmiştir. Propolisin antienflamatuar etkisinden dolayı kanser hücrelerinin çoğalmasını baskılayıcı ve antitümör özellikleri bulunmaktadır. Kanser kök hücre popülasyonlarının azalmasında belirli onkojen sinyalleri bloke ederek antiangiogenik etkiler gösterdiği bildirilmektedir (Santos vd., 2008; Ghebleh, 2019).

Propolisin farmakolojik aktivitesi 4 kategoriye ayrılmıştır. Bunlar; ağır metal iyonlara bağlanması, biyolojik polimerlere bağlanma eğilimi, serbest radikalleri tutma

kabiliyeti ve elektron taşınmasının hızlandırılmasıdır. (Özan, 2006; Çelik, 2016). Propolisin 1 mg'ı yaklaşık 20 mg penisiline denk gelmektedir. Bugüne kadar rastlanan en güçlü doğal antibiyotiktir (Çelik, 2016).

Propolisin genel tıbbi kullanımları arasında; karaciğerin korunması, kanser tedavisi, sindirim yollarında ülser tedavisi, bağışıklık sistemi desteği, dermatolojik hastalıklar, cilt ve diş bakımı vb. yer almaktadır (Krell 1996). Propolisin faydalı biyolojik özelliklerinin daha çok fenolik maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Flavonoidler kimyasal yapı ve karakteristikleri birbirinden farklı, güçlü antioksidan aromatik bileşiklerdir (Harborne ve Williams 2000). Flavonoidlerin, diğer fenolik bileşikler de dahil olmakla birlikte, propoliste bulunan biyolojik ve farmakolojik aktivitelerin çoğunu oluşturduğu düşünülmektedir (Grange ve Davey, 1990). Propolis genellikle polifenoller (flavonoidler, fenolik asitler ve bunların esterleri), terpenoidler, steroidler ve amino asitler gibi çeşitli kimyasal bileşikler içerir (Kumazawa vd. 2004). Aynı zamanda pinosembrin, galangin ve kafeik asit karışımlarının bakteriyel RNA-polimerazı inhibe ederek antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir (Takaisi-Kikuni ve Schilcher, 1994). Propolisin kanseri durdurucu etkisi olduğu, antikarsinojenik etkisinden sorumlu en önemli etken maddesinin kafeik asit feniletil ester (CAPE) olduğu düşünülmektedir çünkü bu bileşiklerin bakteriyel membran geçirgenliğini arttırdığı bilinmektedir (Stepanovic, 2003; Öztürk, 2010). Farklı fenolik bileşiklere sahip propolis türleri, antioksidan aktivitesine bağlı olarak karaciğeri koruyucu etkisinin var olduğu belirlenmiştir (Ulucan, 2014).

Propolis ve bileşenlerinin kanserin tedavi edilmesinde ya da önlenmesinde büyük önem taşıdığı çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir. Propolis ve bileşenleri kolon ve göğüs (Vukovic vd., 2018), beyin, deri, göğüs, kan kanseri (Patel, 2016) ve prostat kanseri (Zabaiou vd., 2017) üzerine durdurucu ve önleyici etkisi belirlenmiştir.

Propolisin etanolik özütünün ratlara verildiğinde herhangi bir yan etki gösterip göstermediğini belirlemek için yapılan bir araştırmada, 3 farklı uygulama yapılmıştır. 1. grup ratlara 30 gün boyunca farklı konsantrasyonda (1,3 ve 6 mg/kg/gün) propolis verilmiştir 2. grup ratlara 30 gün boyunca 1 mg/kg/gün dozda propolis etanolik ekstraktı ve propolis su ekstraktı verilmiştir. 3. grup ratlara 1 mg/kg/gün dozda propolisin etanolik ekstraktı 90 ve 150 gün boyunca verilmiştir. Bu süreler boyunca

tüm gruplardaki ratların kan serumlarında LDL-kolesterol, HDL-kolesterol, toplam lipid, trigliseridler ve aminotransferaz (AST) ile laktik dehidrogenaz (LDH) seviyeleri belirlenmiştir. Sonuç olarak ise bu dozlarda ve sürelerde propolis kullanımın hiçbir yan etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir (Mani vd., 2006).

Biyolojik olarak aktif maddeler çoğunlukla suda düşük çözünürlüğe sahiptir ve su ekstraktlarındaki fenolik bileşiklerin miktarı etanolik ekstraktlardan 10 kat daha düşüktür (Moura vd., 2009; Mello vd., 2010). Bu nedenle, bu maddelerin sudaki çözünürlüğünü artıran etkili yardımcı çözücüler bulmak önemlidir. Suda zar zor çözünen propolis, ham madde olarak kullanılamaz ve polifenolik fraksiyonu korumak için farklı çözücüler ile ekstraksiyon yoluyla saflaştırılması gerekir. Etanol ile ekstraksiyon basit ve etkili bir yöntem olmasına rağmen kozmetik ve ilaç endüstrisinde uygulama sınırlamaları gibi dezavantajlara sahiptir. Örneğin, tıpta etanol ekstreleri oftalmoloji, kulak burun boğaz, pediatri hastalıkları gibi bazı hastalıkların tedavisinde alkol intoleransı olduğu için uygun bulunmamaktadır (Kubiliene vd., 2015).

Endonezya'da yapılan bir çalışmada propolis ekstraksiyonuna farklı çözücülerin etkisi incelenmiş ve bu amaçla çözücü olarak su, etanol, propilen glikol, zeytinyağı ve fındık yağı kullanılmıştır. Ekstraktların fenolik madde içerikleri incelenmiş ve sonuçta flavanoid içeriği sırasıyla 0.55, 0.33, 0.22, 0.20 ve 0.25 mg bulunmuştur, (Pujirahayu vd., 2014). Propolisin ekstraksiyonunda bitkisel yağların kullanılması sağlık üzerine olumlu yönde katkıda bulunacaktır. Hem kullanılan çözücünün sağladığı ek faydalardan hem de farklı endüstrilerde kullanılması propolisin yaygın kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Farklı bitkisel yağlarla ekstrakte edilen propolisin antimikrobiyal, antitümöral, anksiyolitik ve antidepresan gibi biyolojik aktiviteleri bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Örneğin; Ramanauskiene vd., (2011), Litvanya propolisi zeytinyağı ekstraktının *C. albicans* ve *B. cereus'a* karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini ve ferulik asit, kumarik asit ve vanilin bileşiklerinin baskın olduğunu göstermişlerdir. Brezilya propolisinin yağ ekstraktının, tümör gelişiminin önlenmesinde in vitro ve in vivo antitümöral özelliğinin etkili olduğu ispatlanmıştır. Propolisin yağ ekstraktında 4 fenolik asit ve 3 flavonoidin tanımlandığı araştırmada ekstraktın tümör hücrelerinin inhibisyonunu en iyi şekilde sağladığı gösterilmiştir (Carvalho vd., 2011). Başka bir araştırmada ise; propolisin yağ ekstraktının, anksiyete ve depresyonun giderilmesinde terapötik bir ajan olarak kullanılabileceği ve propolis

zeytinyağı ekstraksiyonunun (OEP) merkezi sinir sistemi üzerine stimulan, anksiyolitik ve antidepresan etki gösterdiği ifade edilmiştir.

2.2. Propolisin Kullanım Alanları

Propolis yapısında bulunan farklı kimyasal maddeler sebebiyle farklı sektörlerde kullanım alanı bulmuştur. Antioksidan ve antimikrobiyal özelliği ilaç, kozmetik, apiterapi merkezleri ve gıda sektörü alanlarında uzun zamandır kullanılmaktadır. Standardizasyonunun sağlanamaması sebebiyle kullanımında sınırlamalar bulunmaktadır (Doğan ve Hayoğlu, 2012). Farklı özelliklerinden faydalanmak amacıyla kullanıldığı sektörler aşağıda verilmiştir:

a) Kozmetik sanayi

Bakterisit etkisi ve yara iyileştirici, hücre yenileyici ve onarıcı etkisi nedeniyle özellikle kozmetik alanında yaygın olarak faydalanılmaktadır. Kremler, losyonlar, şampuan, yüz maskesi gibi kozmetik ürünlerde arı sütü ve E vitamini ile birlikte cildi besleyici faydası bulunduğu bildirilmektedir (Doğan ve Hayoğlu, 2012).

b) İlaç sanayi

Propolis eski çağlardan beri alternatif tıpta ve hekimlikte kullanılmasına rağmen modern tıpta içeriğinin standardize edilememesi, toplandığı bölgeye ya da mevsime göre içeriğinin farklılık göstermesi sebebiyle kullanılamamaktadır. Son yıllarda sentetik ilaçlardan kaynaklanan yan etkiler ve hastalık etmenlerinin dayanıklı hale gelmesi nedeniyle arı ürünleri tıbbın destekçisi haline gelmiştir. Yapılan çeşitli araştırmalarda propolisin diş çürüklerinin önlenmesinde; kulak enfeksiyonları, broş, astım ve solunum yolu iltihaplanmalarında; kardiyovasküler ve kan dolaşım sistemi rahatsızlıklarında, yara ve yanık tedavisinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Tüm bunların yanı sıra son yıllarda yapılan araştırmalar mide ve oniki parmak bağırsağı ülseri, kanser tedavisi, romatizmal hastalıklarda ve deneme aşamasında olmakla beraber AIDS virüsünde etkili olduğu bildirilmiştir.

Propolisin uzun süre kullanımı virüs ve bakteriler üzerinde direnç oluşturmamakla birlikte yararlı bakterileri de olumsuz etkilemediği için geniş spektrumlu antibiyotik olarak kabul edilmektedir (Doğan ve Hayoğlu, 2012).

Berberi, böbrek bozuklukları, kemik erimesi ve Parkinson gibi hastalık ve rahatsızlıklarda kullanılabileceği de bildirilmiştir (Mehmetoğlu vd., 2017).

c) Gıda sanayi

Son yıllarda besin katkısının yanı sıra sağlığa da olumlu etki yapan fonksiyonel gıda arayışı artmıştır. Artan stres seviyesi, yetersiz beslenme, maruz kalınan radyasyon nedeniyle insanlar besinlerinde daha sağlıklı ürünler tercih etmeye başlamışlardır. Eğitim seviyesinin artmasıyla fonksiyonel gıda talebinin arttığı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Mehmetoğlu vd. ,2017). Gıda üreticileri de artan talep karşısında sağlıklı ve raf ömrü uzun alternatif gıda ve doğal koruyucu katkı maddesi arayışına girmişlerdir. Propolis üzerine yapılan araştırmalar sonucunda antioksidan ve antimikrobiyal etkisi nedeniyle gıdalarda koruyucu olarak kullanılabilmesinin yanında insan beslenmesinde katkı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Mehmetoğlu, 2017). Gıda sanayinin farklı alanlarındaki propolis kullanımı hakkında aşağıda bilgi verilmiştir:

1) Et sanayinde kullanımı

Antimikrobiyal etkisi nedeniyle kimyasal koruyucu olarak et ve et ürünlerinde kullanılabilmektedir. Mısır'da yöresel bir sucuk üretiminde propolis katkısının raf ömrüne etkisi incelenmiş ve kontrol grubuna göre %0.6 oranında propolis ekstraktı ilave edilen örneklerin bozulma başlangıç süresinin uzadığı bildirilmiştir (Han ve Park, 1995; Ali vd., 2010).

Ghebleh (2019) tarafından propolis ilave edilmiş kitosanla kaplanan tavuk etinin kalitesinin ve raf ömrünün araştırıldığı çalışmada bakteriyel üremenin, lipit oksidasyonunun ve pH değişiminin azaldığı bildirilmiştir.

İtalya (Bernardi vd., 2013) ve Brezilya (Kunrath vd., 2017)' da salama katılan propolisin etkisinin incelendiği çalışmalarda depolama ve fermantasyon süresi boyunca oksidasyonun azaldığı bildirilmiştir.

2) Süt sanayinde kullanımı

Ras peyniri (Aly ve Elewa, 2007); yoğurt ve ayran (Çelik, 2016); meyveli yoğurt (Güney, 2016) gibi propolis katkısı yapılarak üretilen süt ürünlerinde antimikrobiyal aktivite, antioksidan aktivite ve depolama süresi incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda depolama süresinin, fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitenin propolis katkısı yapılarak üretilen ürünlerde arttığı kimyasal ve duyusal olarak önemli bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir.

3) Meyve suyu sanayinde kullanımı

Ülkemizde ve yurt dışında elma suyu (Sağdıç vd. 2007), beyaz üzüm, elma, portakal, mandalina suyu gibi farklı meyve suları (Koç vd., 2007) ve portakal suyuna (Yang vd. 2017) propolis ilave edilerek koruyucu etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda propolis katkısı yapılan meyve sularında yüksek antifungal ve antibakteriyel etkisinin olduğu bulunmuştur.

4) Unlu mamüller

Direk hamur metoduyla üretilen ekmeklere %0.37, %0.74 ve %1.48 oranında propolis ekstraktı ilave ederek, ekmeklerin raf ömrü ve bayatlama süresinin incelendiği çalışmada, ilave edilme oranının artmasıyla ekmeklerin raf ömrünün uzadığı bildirilmiştir. Ayrıca araştırıcılar kontrol grubuna göre propolis ekstraktı ilave edilen ekmeklerin %6.4-22.5 arasında daha geç bayatladığını rapor etmişlerdir (Kim vd., 1997).

Farklı konsantrasyonlardaki (%0, 20, 40, 60 ve 80) etanol ile ekstrakte edilen propolisin hidrokollaidleri ile suda çözünür formları elde edilmiş ve bu suda çözünür propolis ekstraktları 140℃, 160℃ ve 180℃'de pişirilen ekmeklerin üretiminde

kullanılmıştır. Araştırıcılar ekmeklerin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin arttığını, raf ömrünün uzadığını bildirmişlerdir (Song, 2006).

Propolis ektraktı ve enkapsüle edilmiş propolisin top kek üretiminde kullanıldığı çalışmada (Bağdatlı, 2019) enkapsüle edilen örneklerin antioksidan ve fenolik madde içeriğinin depolama sırasında daha yüksek çıktığı belirlenmiştir.

2.3. Ekstraksiyon Metotları ve Propolisin Ekstraksiyonu

Ekstraksiyon farklı çözünürlük özelliklerinden faydalanılarak katı ya da sıvı formda bulunan maddelerin sıvı faza alınması işlemidir. Literatürde katı-sıvı ya da sıvı-sıvı ekstraksiyonu şeklinde iki sınıfa ayrılmakla beraber bazı kaynaklarda süper kritik akışkan ekstraksiyonu ve diğer ekstraksiyon metotları (Ultrasonik ekstraksiyon, mikrodalga ekstraksiyonu vb.) da ayrı gruplar sayılarak dört grup altında toplanabilmektedir (Yağcıoğlu, 2015; Atak ve Uslu, 2018).

Propolis farklı oranlarda bioaktif bileşikler içermektedir ve ekstraktları gıda, ilaç ve kozmetik endüstrisi gibi birçok alanda kullanılabilmektedir. Elde edilen doğal bileşiklerin ticarileştirilmesi amacıyla ekstraksiyon metotları geniş çapta araştırılmaktadır. Uygulamada ideal bir ekstraksiyon süreci hızlı, basit ve ucuz olmalıdır. Ekstrakte edilen maddeler bozunma ve kayıp olmadan elde edilmeli, ekstra bir saflaştırma gerektirmemeli ve atık çözücü içermemelidir. Çözücü ekstraksiyonu basit, ucuz ve çok kullanılan bir yöntemdir fakat birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Kullanılan yüksek ısı ve çözücü çevre, sağlık ve güvenlik açısından problemlere sebep olmaktadır. Kullanılan ısı ve çözücüler ürün kalitesini etkilediğinden ısıl işleme karşı hassas maddelerin ekstraksiyonu için geleneksel çözücü ekstraksiyonu uygun bir yöntem değildir. Ayrıca bu yöntem sonucunda tekrar saflaştırma işlemine gerek duyulmaktadır. Bu durumda hem sürenin uzamasına hem de maliyetin yükselmesine sebep olmaktadır. Tüm bu sebeplerden dolayı alternatif ekstraksiyon yöntemlerine ihtiyaç duyulmuştur (Wang ve Weller; 2006; Kılıç, 2008). Aşağıda bu alternatif ekstraksiyon yöntemleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

2.3.1. Soxhalet ekstraksiyonu

Soxhalet düzeneği yağ ektraksiyonu için tasarlanmış olup katıdan herhangi bir bileşiğin ekstraksiyonu içinde kullanılabilmektedir. Öncelikle, kuru deney numunesi Soxhlet ekstraktörüne yerleştirilen, filtre kağıdından yapılmış yüksük şeklinde bir ekstraksiyon tüpüne konur. Ekstraktöre, çözücünün bulunduğu şilifli bir cam balon ve yoğunlaştırıcı takılır. Çözücü ısıtılır, buharlaştırılır ve sıcak çözücü buharı yoğunlaştırıcıya ilerler, yoğunlaşarak katı numunenin üzerine düşer. Numuneyi içeren ekstraksiyon tüpünün bulunduğu yüksük yoğunlaşan çözücü ile tam dolduğunda, bypass kolunun seviyesine ulaşır ve sifon oluşarak çözücü tekrar cam balona boşalır. Bu yoğunlaşma, yükselme ve sifon döngüsü, 'reflux' olarak adlandırlır ve sürekli tekrar edilir. Her döngü sırasında, katının içerdiği bir miktar yağ çözücüde çözünür. Ama çözücünün ısıtılan cam balonuna ulaştığında orada kalır, döngüye tekrar katılmaz. Bu durum, bu ekstraksiyon metodunun en önemli avantajıdır, sadece saf çözücü, katıyı ekstrakte etmek için buharlaşır ve yoğunlaşır, döngüye katılır. Bir cam balonda katıyı çözücü içerisinde ısıtarak ekstrakte etme yöntemiyle karşılaştırıldığında Soxhlet ekstraktörü ile uygulanan bu yöntemin verimi daha yüksektir. Bir ekstraksiyonun sonunda arta kalan çözücü, ekstrakte edilen yağı bırakarak rotary buharlaştırıcısı ile uzaklaştırılabilir (Kayan, 2009).

Basit ve ucuz bir yöntem olması ve ekstraktların filtrelenmemesi yöntemin avantajı olsa da ekstraksiyonda yüksek sıcaklığın kullanılamaması, sürenin uzun olması, ısıyla bozulan bileşenlerin ekstrakte edilememesi dezavantajlarıdır (Wang ve Weller, 2006).

Ayrıca ekstraksiyon sırasında zaman kaybını önlemek amacıyla ekstraksiyon hızını etkileyen faktörlerden olan katı fazın hazırlanması, difüzyon hızı, sıcaklık, çözücü seçimi ve katı materyalin nemi gibi özelliklerin belirlenmesi gerekmektedir (Fukushima vd., 2009).

2.3.2. Ultrasonik ekstraksiyon

20 kHz üzerinde farklı ortamlarda yayınan ses dalgalarının etkisiyle ortamda bulunan maddeler ses dalgasının hareket doğrultusunda titreşirler. Titreşimleri sırasında yoğunlukları ve hacimlerinde farklılıklar meydana gelir. Farklı yönlerde hareket eden

parçacıklar sıkışma, genleşme ve basınç farklılıklarına yol açar (Erte, 2007; Kayan, 2009).

Ultrason destekli ekstraksiyonda ultrasonik banyo (indirekt) ve proplu ultrason (direkt) en çok kullanılan uygulamalardır (Fukusima vd. 2009). Ultrasonik banyolar, duvarında bir ya da daha çok transdüser bulunan paslanmaz çelik tanklardır. Ekonomik, kolay kullanımlı ve çok amaçlıdır. Ultrason işlemi uygulanacak maddeler banyo içerisine yerleştirilir ve madde içerisine uygulanan maksimum güç genellikle 1-5 W/cm^2 kadar geçebilmektedir. Ultrasonik banyo genellikle yüksek hacimdeki uygulamalarda kullanılmaktadır. Ultrasonik banyonun dezavantajı ise materyal ve çözücünün içerisine yerleştirildiği sıvının uygulama esnasında ısınmasıdır. Proplu ultrason uygulamaları direk katı-sıvı karışım içerisine etki etmesi dolayısıyla fazla güç kullanımına neden olur. Bu nedenle genellikle laboratuvar ortamında gerçekleştirilen, küçük hacimli çalışmalarda kullanılmaktadır. Proplu ultrason cihazlarının avantajı ise daha verimli kavitasyon sağlayan lokalize enerjidir (Shafian, 2007; Fukushima vd., 2009).

Ses ötesi dalgaların diğer yararlı uygulaması da çok etkili olan kavitasyon işlemidir ve bu sayede etkin bir temizlik yapmak mümkündür. Bir ses dalgası art arda meydana gelen sıkışma ve genişlemelerden oluşur. Oluşan sıkışmalara bir sıvı kolaylıkla dayanabilir ancak genişleme yani basıncın şiddetli bir şekilde düşmesi sıvının içinde bir boşluk meydana gelmesine sebep olup bu boşluk buharla veya sıvıdaki çözünmüş gazın ortaya çıkışıyla hemen doldurularak küçük bir kabarcığa dönüşür. Bu kabarcık dağılıp şiddetli bir şok dalgası oluşturur ve açık etkilere yol açabilir. Böylece etkin temizlik için ultrasonik banyo çok iyi bir yöntemdir (Erte, 2007).

Ultrasonik ekstraksiyonun etkisi, kütle transferinin arttırılarak çözücülerin hücrelere etki etmesi olarak gösterilebilir. Ekstraksiyon sırasında ultrasonik (ses dalgaları) hücre duvarına etki etmekte ve bileşenlerin serbest kalmasını sağlamaktadır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile yapılan çalışmalarda ultrasoniğin mekaniksel etkisi sonucu hücre duvarının yıkıldığı ve böylece bileşenlerin açığa çıktığı kanıtlanmıştır. Ultrasonik ekstraksiyon verimini bitki nem oranı, tanecik büyüklüğü ve kullanılan çözücü gibi faktörler yanında, frekans, sıcaklık ve zaman gibi faktörlerde etkilemektedir. Basit olması, ekstraksiyon kinetiğinin hızlı olması ve ısıya duyalı

bileşiklerin ekstrakte edilebilir olması ve pahalı olmaması bu metodun avantajları olarak belirtilebilir (Wang ve Weller, 2006).

2.3.3. Mikrodalga ekstraksiyonu

Mikrodalga yardımıyla ekstraksiyon iki farklı sistemle gerçekleştirilip en yaygın sistem, sıcaklık ve basınç kontrol edilebilen kapalı bir kap içerisinde yapılan kapalı sistem ekstraksiyonudur. Diğer sistemde ise atmosferik basınç altında açık kap içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemin avantajı, ekstraksiyon süresinin ve kullanılan çözücü miktarının büyük oranda az olmasıdır. Mikrodalga ekstraksiyon yöntemiyle bitkilerdeki polifenoller ve lignanlar ayrıştırılabilmektedir (Kılıç, 2008).

Mikrodalga yönteminde etkinlik çözücü ve matrikslerin dielektrik duyarlılığına bağlıdır. Yüksek dielektrik sabiti ile bağlantılı olarak nemli örneklerde daha iyi geri dönüşüm elde edilmekte ve kuru örneğin ekstraksiyondan önce nemlendirilmesi sonucunda ısınma işleminin kolay olmasına olanak sağlamaktadır.

Basit ve ucuz bir yöntemdir, esktraksiyon zamanı ve çözücü miktarının daha az kullanılabilmeside avantajlarındandır ancak bu yöntemde katı atıkların santrifüjlenmesi ve uçucu bileşenlerin esktraksiyonunda etkiniğinin düşük olması dezavantajları arasında sayılabilir (Wang ve Weller, 2006).

2.3.4. Hızlandırılmış çözücü ekstraksiyonu

50-200 ^{o}C sıcaklık ve 10-15 MPa basınç aralıklarında gerçekleştirilen katı-sıvı ekstraksiyon hızlandırılmış çözücü ekstraksiyon tekniğidir. Bu yöntem basınçlı çözücü ekstraksiyonunun bir türü olmakla birlikte süperkritik akışkan ekstraksiyonuna da oldukça benzemektedir (Kaufmann ve Christen, 2002; Kayan, 2009).

Ekstraksiyon sıcaklığı arttırılarak ekstraksiyon kinetiği arttırılmakta ve yüksek basınç ile çözücü sıvı fazda tutularak güvenli ve hızlı ekstraksiyon gerçekleştirilebilmektedir. Uygulanan basınç, sıvı ile ekstraksiyon hücresindeki katı matriks arasında güçlü bir etkileşim olmasına olanak vermektedir. Sıcaklığın arttırılması ile çözücünün difüzyonu artmakta ve böylece ekstraksiyon kinetiği de artmaktadır. Yüksek sıcaklıkta

kararlı organik kirleticilerin ekstraksiyonunda kullanılmaktadır. Toksik olmayan, ekonomik ve çevresel çözücülerin bu teknikte kullanılması, polar bileşiklerin ekstraksiyonunun gerçekleştirilmesi ve çözücü kullanımının oldukça düşük olması bu tekniğin avantajları olarak gösterilmektedir. Fakat yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen prosesten dolayı ısıya duyarlı bileşiklerin ekstraksiyonu için uygun bir ekstraksiyon tekniği olarak görülmemektedir (Wang ve Weller, 2006).

2.3.5. Süperkritik akışkan ekstraksiyonu

Süperkritik akışkan ekstraksiyonu, çözücü olarak süperkritik akışkanın kullanıldığı yöntemdir. Son yıllarda, çevre dostu, etkili alternatif bir metot olarak dikkat çekmektedir (Atak ve Uslu, 2018). Süperkritik akışkan ekstraksiyonu, diğer ekstraksiyon yöntemleri ile gerçekleştirilemeyen pek çok uygulamayı sağlayan yeni bir yöntem olarak sunulmaktadır. Süperkritik akışkanlar difüzyon katsayılarının yüksek ve viskozitelerinin düşük olmasından dolayı normal akışkanlara göre katılara daha hızlı nüfuz edebilmekte ve ekstraksiyon süresinin kısalmasını sağlamaktadır. Süperkritik akışkan ekstraksiyonunda kullanılan çözücülerin inert olması, gerçekleştirilen ekstraksiyon işlemlerinde hidroliz, oksidasyon veya degradasyon reaksiyonlarının önüne geçmektedir. Minumum düzeyde çözücü harcanması ve ana çözücü olarak karbondioksit kullanılması çevreye duyarlılık açısından çok iyi bir proses oluşturmaktadır. Çözücü olarak azot oksit, etan, bütan, amonyak, triflorametan ve su alternatif olarak kullanılabilmektedir (Atak ve Uslu, 2018). Proses sonunda basınç azaltılır, akışkan ve çözünen birbirinden ayrılır. Bu işlem sayesinde üründe çözücü kalmamakta ve ekstra bir saflaştırma işlemine gerek duyulmamaktadır. Ekstraksiyon için az miktarlarda örnekler ile çalışmak mümkünüdür. Yüksek güvenlik ve seçicilik gibi avantajlarına rağmen, polar maddelerin ekstaksiyonunda su ve N_2O çözücüler kullanılmaktadır. Suyun yüksek kritik sıcaklığa sahip olması, N_2O'nun toksik özellik göstermesi bu çözücülerin süperkritik akışkan olarak kullanılmasında dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca prosesin yüksek basınçlarda gerçekleşmesi, yatırım maliyeti ve enerji gereksinimlerini gerektirmektedir (Çalımlı, 2003; Atak ve Uslu, 2018).

2.4. Fenolik Bileşenlerin Ekstraksiyonları

Son yıllarda sağlıklı ve doğal beslenme konusunda insanların bilinçlenmesi nedeniyle fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu konusunda yapılan çalışmaların artmasına neden olmuştur. Fenolik bileşenlerin sağlık üzerine etkilerinin incelenmesi için tanınması, izolasyonu ve aktif kullanımı önemlidir. Fenolik bileşenlerin çözünürlüğü polimerizasyon işlemi sırasında değişebilmekte ya da yapıda bulunan protein veya karbonhidrat ile çözünmesi zor bir yapı oluşturabilmektedir. Bu nedenle ekstraksiyonda farklı metotlar mevcuttur (Garcia-Salas vd., 2010).

2.5. Enkapsülasyon İşlemi

Katı, sıvı ve gaz halinde bulunan materyallerin tüm özelliklerini koruyarak belirli koşullar altında kapsüller içerisine alınması ve kapsüllenen materyallerin kontrollü salınımının yapılmasının sağlanması enkapsülasyon teknikleri ile sağlanmaktadır (Nedovic vd., 2011). Kaplanan materyal öz olarak adlandırılırken kaplamada kullanılan materyal ise taşıyıcı, kabuk veya enkapsülant olarak adlandırılmaktadır (Gharsallaoui, vd. 2007).

Enkapsülasyon ile elde edilen kapsüllerin boyutuna göre isimlendirilmektedir. Elde edilen kapsüllerin boyutu 200 nm (0,2 μm) ve altında ise nanoenkapsülasyon, 0,2-5000 μm arasında ise mikroenkapsülasyon ve kapsül boyutu 5000 μm' dan büyük ise makroenkapsülasyon olarak adlandırılmaktadır. Elde edilen kapsüller farklı yapı ve morfolojiye sahip olabilir. Bu farklılık kullanılan yönteme, kullanılan kaplama materyaline ve enkapsüle edilen materyale göre değişiklik göstermektedir (Keskin, 2018).

Mikroenkapsülasyon işleminin gıda bileşenlerinin fiziksel durumunu sıvı formdan katı forma dönüştürmek gibi avantajının olmasının yanı sıra, gıda endüstrisinde hassas gıda bileşenlerinin (öz maddenin) diğer bileşenlere ve dış faktörlere karşı korunmasını sağlar (nem, sıcaklık, hava, ışık vb.), çekirdek(öz) maddenin dış ortama salınma hızını azaltır, çekirdek maddenin fiziksel özelliklerini korur, çekirdek maddenin sıkıştırılma, akıcılık ve topaklanmasının önlenmesinde yardımcı olur, taşıma kolaylığı sağlar, çekirdek maddenin etki edeceği bölgeye kadar korunmasını ve o bölgede kontrollü

olarak salınmasına yardımcı olur, istenmeyen koku ve tat maddelerini maskelemesi gibi avantajları bulunur (Tatar, 2017).

Mikroenkapsülasyon prosesinde, iki temel problem mikroenkapsülasyon metodunun ve uygun kaplayıcı materyalin seçimidir (Saenz vd, 2009). Günümüzde, püskürtmeli kurutma, püskürtmeli soğutma, ekstürüzyon, dondurarak kurutma, kristalizasyon, akışkan yatak kaplama gibi bazıları uzun yıllardan beri kullanılan bazıları ise laboratuvar ölçeğinde araştırma konusu olan oldukça farklı mikroenkapsülasyon teknikleri bulunmaktadır (Desai ve Jin Park, 2005; Gharsallaoui vd, 2007; Turan, 2017). Mikroenkapsülasyon tekniklerini kurutma, püskürtmeli soğutma, akışkan yataklı kaplama gibi yöntemleri içeren fiziksel yöntemler; koaservasyon, lipozom kullanımı gibi fizikokimyasal yöntemler ve ara yüz polimerizasyonunu kapsayan kimyasal yöntemler olarak üç başlık altında toplamak mümkündür (Yeo ve Park, 2004; Poshadri ve Parna., 2010).

2.5.1. Püskürtmeli kurutma yöntemi

Enkapsülasyon teknolojisinde geleneksel olarak kullanılan yöntem püskürtmeli kurutma metodudur. Bu metot ekonomik, kolay kullanımı ve kapsülasyon sonunda ideal partiküller elde edilmesi gibi avantajları nedeniyle gıda sanayisinde kullanılmaktadır. Kaplanacak materyal taşıyıcı sistem ile homojenize edilir ve püskürtmeli kurutucuya verilir. Atomize döner başlığı sıcak hava ile temas ettiğinde su buharlaşırken, kapsüller kurutulur. Bu yöntemin dezavantajları ise kullanılan suda çözünebilir kaplama malzemesi çeşitliliğinin kısıtlı olması, ayrıca ısıya duyarlı biyoaktif maddelerin yüksek sıcaklıkta kolaylıkla bozulmasına sebep olmasıdır (Gouin, 2004; Peanparkdee vd., 2016).

2.5.2. Koaservasyon yöntemi

Koaservasyon yöntemi bir veya birden fazla hidrokolloidin ana çözeltisinden faz ayrımı ve yeni oluşan koazervat fazın aktif ingrediyen etrafında aynı reaksiyon ortamında süspanse veya emülsifiye olmasıdır (Favaro-Trindade vd., 2011). Koaservasyon genellikle aroma yağlarının enkapsülasyonunda kullanılırken, balık yağı, vitaminler, koruyucular ve enzimler için de kullanışlı bir metottur. Bu yöntemin

dezavantajları ise pahalı oluşu, karmaşık adımlara sahip olması ve ikincil kabuk materyali olarak pek çok ülkenin yasal düzenlemesinde kullanımı kısıtlı olan gluteraldehit kullanımı gerektirmesidir (Gouin, 2004). Gluteraldehit, sağlığa zararlı maddelerin kontrolü tüzüğü (COSHH)' ne göre 0.2 ppm düzeyinde kullanımına izin verilmektedir (Güder, 2005).

2.5.3. Emülsiyon oluşturma yöntemi

Emülsiyon birbiriyle karışmayan iki fazın (yağ ve su), sıvılardan birinin diğeri içinde çok küçük damlacıklar halinde dağıtılması ile elde edilmektedir. Yüksek hızlı karıştırıcı ve homojenizatör emülsiyon oluşturmada kullanılan cihazlardır. Suda çözünür ingrediyenler su/yağ emülsiyonları veya su/yağ/su gibi çift emülsiyonlar ile enkapsüle edilebilir (Munin ve Edwards-Lewy., 2011).

2.5.4. Dondurarak kurutma yöntemi

Yöntemin diğer adı liyofilizasyondur (Şekil 2.1). Isıya duyarlı bileşenlerin ve aromaların dehidrasyonunda kullanılan bir metottur. Numune -90 ile -40°C'ye dondurulur ve düşük basınç ile düşük sıcaklık altından süblimleşme yoluyla kurutulur (Gouin, 2004). Bu yöntemde aktif bileşen ve taşıyıcı malzeme suda çözünür ve porlu yapıda dondurarak kurutulmuş ürünler elde edilir. Dondurarak kurutmanın dezavantajları yüksek enerji kullanımı ve uzun işlem süresi gerektirmesi, göreceli olarak pahalı bir yöntem olması (püskürtmeli kurutmadan 30-50 kat pahalı) ve açık delikli yapıda kapsüller elde edilmesi sebebiyle iyi bariyer özellikleri taşımamasıdır (Zuidam ve Nedovic, 2010)



Şekil 2. 1. Liyofilizasyon metodu ile enkapsülasyon

2.5.5. İyonik jelasyon yöntemi

İyonik jelasyon metodu pratik ve ekonomik bir yöntemdir. Enkapsülant ile aktif madde homojen bir şekilde karıştırılır ve bir şırınga vasıtasıyla küresel jel partikülleri elde etmek amacıyla dağıtıcı faza ($CaCl_2$ gibi) damlatılır. Bu metod daha çok kalsiyum-alginat kapsüllerin elde edilmesinde kullanılır. Metodun temel prensibi CaCl2 molekülündeki kalsiyum ile sodyum alginatın çapraz bağlar oluşturmasıdır (yumurta kutusu modeli). Aljinatın yanı sıra pektin çözeltisinin kalsiyum çözeltisine damlatılması (iyonik jelasyon), kitosan çözeltisinin tripolifosfat çözeltisine damlatılması (iyonik jelasyon), peynir altı suyu proteininin sıcak sıvıya damlatılması (sıcak jelasyon) veya jelatin çözeltisinin soğuk sıvıya damlatılması (soğuk jelasyon) ile de mikrotanecikler elde edilebilmektedir (Kumar, 2008).

Hidrofilik veya hidrofobik, ısıya duyarlı, akışkan veya viskoz, katı veya sıvı hemen hemen tüm ingrediyenlerin bu metotla enkapsüle edilebilmesi yöntemin avantajları arasındadır. Az miktarda kapsül elde edilmesi yani ürünlerin ticari boyutta elde edilmesinin oldukça güç olması ve kapsül gözeneklerinin fazla olması metodun dezavantajlarıdır. Son yıllarda yapılan çeşitli çalışmalar bu dezavantajları bertaraf etmeye yöneliktir. Negatif yüklü aljinat ile zıt yüklü kitosan yarı geçirgen bir membran oluşturarak kapsül yüzeyinin daha düzgün ve suda çözünür molekülleri daha az geçiren bir yapı oluşturmasını sağlamaktadır. Son yıllarda geliştirilen şırınga–ekstrüzyon sistemi (hava jeti, elektriksel, potansiyel ve titreşimli üniteler ile aljinat akışını sağlayan) gibi bazı teknolojiler sayesinde yüksek miktarda aljinat tanecikleri

üretilerek enkapsüle gıda ingrediyeni içeren aljinat taneciklerin ticarileştirilmesinin mümkün olabileceği belirtilmiştir (Gouin, 2004; Keskin, 2018).

2.6. Mikroenkapsülasyon İşleminde Kullanılan Kaplayıcı Maddeler ve Özellikleri

Enkapsülasyon işlemindeki en önemli diğer basamak uygun kaplama materyalinin (kapsül) seçilmesidir. Kaplama materyallerin seçimi kapsülün boyutu, şekli, stabilite ve geçirgenlik özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Kullanılan kapsüllerin genel olarak stabilitelerinin yüksek, geçirgenliklerinin uygun, boyutlarının istenilen düzeyde ve ortamla uyumunun yüksek olması istenmektedir. İdeal bir kaplama materyali toksik olmamalı, kolay uygulanabilmeli, tam koruma sağlamalıdır. Kapsüllerin yapıldığı destek materyal bir karışımdan oluşabileceği gibi tek bir maddeden de oluşabilir. Kaplama materyalleri olarak gamlar, proteinler, doğal ve modifiye polisakkaritler, yağlar veya sentetik polimerler, jelâtin, pektin, nişasta, peyniraltı suyu gibi maddeler kullanılabilir (Gaserod vd., 1999). Enkapsülasyon için kullanılacak kaplama materyalinde istenilen maddeyi etkili şekilde kapsülleyebilmeli, oluşan kapsüllerin uzun süre dayanıklı olmasını sağlamalı, hapsettiği maddeyi kontrollü olarak salmalı, kapsüllenen materyalde tat, aroma ve renginde bozulma oluşturmamalı, depolamadaki çevresel faktörlere dayanıklı olalı, ucuz olmalı ve fonksiyonel özellikteki maddenin biyoyararlığına zarar vermemeli. (Munin ve Edward-Lewy., 2011, Keskin, 2018).

Genellikle, kaplayıcı madde olarak biyopolimerler kullanılmaktadır. Biyopolimer olarak, karbonhidratlar, proteinler, yağlar, düşük molekül ağırlıklı sürfektanlar (yüzey aktif maddeler) kullanılır. Biyopolimerlerin emülsiyon özellikleri, viskozite ve jel oluşturma gibi fonksiyonel özellikleri kaplayıcı madde olarak kullanımlarını sağlamaktadır (Augustin ve Hemar, 2009).

Ucuz ve etkili kaplayıcı madde arayışları enkapsülasyon çalışmalarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Püskürtmeli kurutma metodunun yaygınlaşmasını ve başarısını kısıtlayan en önemli faktör uygun kaplayıcı madde çeşidinin yeterli düzeyde olmaması ve mevcutta kullanılanların da ekonomik olmamasıdır (Gharsallaoui vd, 2007; Gouin, 2004; Re, 1998; Turchiuli vd, 2005). Kaplayıcı materyal olarak genellikle modifiye nişasta, maltodekstrin, gamlar gibi yenilebilir hidrokolloidler

kullanılır. Gıda uygulamalarında kaplayıcı materyal olarak kullanılabilen "Genellikle Güvenilir Sayılan" (GRAS) materyaller tüketilebilir niteliktedir. (Wandrey vd, 2010). Aşağıda kullanılan materyaller bu özelliklere sahip olup kullanılan maddeler hakkında bilgi verilmiştir.

2.6.1. Hidrolize nişasta (Maltodekstrin)

Maltodekstrinler, nişastaların hidrolize edilmesi ile elde edilen ve dekstroz eşdeğerliği (DE) 20'den küçük olan yapılarıdır. Beyaz renkli, higroskopik polisakkarit toz yapılardır. Tatsız veya hafif tatlı olup, kolay sindirilebilirler. Genellikle patates veya buğday nişastasından elde edilmektedirler. Maltodekstrin, nişastaya asit veya enzim uygulaması ile kısmi hidrolizasyon yapılarak elde edilir. Film oluşturulan sistemlerde, matriks formunda önemli etkisi olduğu bilinmektedir. Enkapsülasyonda kaplayıcı olarak seçilmelerinde pahalı olmamaları, yüksek kuru maddede düşük viskozite göstermeleri ve farklı moleküler ağırlıklarda bulunabilir olmaları etkilidir (Madene vd, 2006). Maltodekstrinler, kuruma sırasında yapışmayı azaltırlar (Augustin ve Hemar, 2009) ancak emülsifiye etme kapasitelerinin ve uçucu bileşenleri tutma oranlarının düşük olması nedeni ile kullanımları kısıtlanmaktadır (Madene vd, 2006). Ayrıca zayıf film oluşturma özelliğinden dolayı, uçucu bileşenlerin enkapsülasyonunda çok iyi sonuçlar vermezler (Re, 1999).

2.6.2. Gam arabik

Akasya ağaçlarının değişik çeşitlerinden üretilen doğal bir sızıntı olmasından dolayı "akasya gamı" olarak da adlandırılmaktadır. Gıda uygulamalarında kullanılan akasya gamı temel olarak *Acacia Senegal* türünden elde edilmektedir ve Senegal, Sudan ve Somali'de daha çok yetişmektedir (Wandrey vd, 2010).

Gıda çalışmalarında en yaygın kullanılan kaplayıcı maddeler arasında olup, özellikle yağ yapısına sahip ürünlerin ve aromaların enkapsülasyonunda yaygın olarak kullanılır. Gam arabik (GA), D-glukoronik asit, L-ramnoz, D-galakton ve L-arabinoz ile yaklaşık % 2 protein içeren bir polimerik maddedir (McNamee vd, 1998). Gam arabik, geniş pH aralıklarında yağlar ile stabil bir emülsiyon oluşturabilmektedir.

İçerisindeki protein bileşeni, yağ ve su fazı arasında emülsifikasyonu sağlarken, film oluşturma özelliğini arabinogalakton fraksiyonu sağlamaktadır (Re, 1998).

Gam arabik tatsız, kokusuz, renksiz, suda yüksek çözünürlük gösteren hidrokolloid olup, % 50-55 konsantrasyonlara kadar çözeltileri hazırlanabilmektedir. Gam arabik, yüksek konsantrasyonlarda oldukça düşük viskozite gösterebilmektedir. % 40'dan düşük konsantrasyonlarda Newtonyen tipi akış özellikleri gösterirken, % 40'dan yüksek konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltiler pseudoplastik tipte akış özelliği gösterirler (Wandrey vd, 2010).

Gam arabik, lezzet maddelerini kaplamada yaygın olarak kullanılan gamdır. Yüksek çözünürlüğü, düşük viskozitesi, emülsifiye etme özelliği ile uçucu maddelerin enkapsülasyonunda geniş şekilde kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca, yüzey aktifliği ile yağların kaplanmasında ideal olarak kullanılmaktadır. Ancak, pahalı olması ve zor bulunan bir madde olması nedeni ile farklı alternatifler bulunmaya çalışılmaktadır (Madene vd, 2006; Shiga vd, 2001). Gam arabik diğer hidrokolloitlerle, proteinlerle, karbonhidratlarla kullanılabilmektedir (Wandrey vd, 2010). Maltodekstrin, gam arabik ile kullanılarak maliyet düşürülmeye çalışılmaktadır.

2.6.3. Siklodekstrin

Siklodekstrinler (SD), nişasta türevlerinin özel bir tipi olup, siklodektrin glikozil transferaz enziminin nişastaya etkisi sonunda meydana gelir. Altı, yedi ve sekiz glikoz ünitesinden oluşan siklik ürünler; α, β ve γ-SD olarak adlandırılır. SD'ler gıdalarda doğal olarak bulunmazlar. Bazı ülkelerde aroma ve renk maddelerinin kapsüle edilmesi ve kötü kokuların maskelenmesi için bunların gıdalarda kullanılmasına izin verilmiştir. Aromatik maddelerin kapsüle edilmesine en uygun olanı β-SD'dir. Bu bileşik sıvı ortamlarda aromatik maddeler ile bağ yapar. β-SD, daha fazla lipofilik nitelikli olan aroma maddeleri ile kolaylıkla bağ yapma yeteneğine sahiptir. SD'in doku araları polar olmamasına karşın yüzeyleri polardır, bu durumu hidroksil grupları tayin eder (Bayrak, 2006).

SD'lerin sahip oldukları içi boş moleküler yapı, çok çeşitli organik bileşikler ile inklüzyon kompleksleri oluşturmalarına izin verir. Organik bileşikler SD'in hidrofobik

kavitesine kısmen veya tamamen girer ve aynı anda iç kısımdan birkaç yüksek enerjili su molekülünü dışarı çıkarır. SD ile enkapsüle edilen moleküllerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri modifiye edilebilir (Karathanos vd. 2007).

SD'ler, fiziksel ve kimyasal olarak kararlı moleküllerdir. SD'ler ile enkapsülasyon, düşük çözünürlüklü nutrasötiklerin biyoyararlılığını, zar geçirgenliğini ve çözünme hızını artırarak, enkapsüle edilen molekülün fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini sert bir şekilde modifiye edebilir. SD'ler aroma taşıyıcısı olarak görev yaparken, aroma maddelerini; oksidasyon, ısı ve ışık kaynaklı değişim ve bozulmalardan korur. Gıdaların depolama ömürlerini artırır, istenmeyen tat ve kokuları maskeler veya azaltır. En önemlisi de su içerisinde eser miktarda çözünen bileşiklerin çözünürlüğünü artırırlar (Karathanos vd. 2007).

2.7. Bal Tozu

Türk Gıda Kodeksi 31107 Bal tebliğine göre (TGK, 2020) bal, "bal arıları tarafından bitkilerin nektar ya da salgılarından toplanarak bal arası tarafından kendine özgü maddeler ile değiştirilmiş kendine has tat, kokuya sahip kristallenebilen doğal ürün" olarak tanımlanmaktadır. Yapısında bulunan bileşenler nedeniyle kolay sindirilebilir gıda hem de hastalıklara karşı koruyucu etkisi nedeniyle doğal ilaç olarak görevi görmektedir (da Silva vd., 2016; Tomczyk vd., 2020)

Balın yapısında %33-35 glukoz ve %38-40 oranında fruktoz bulunmaktadır (Samborska vd., 2017). Yapısında bulunan bu yüksek şeker oranı nedeniyle kıvamlı ve yapışkan olması gıda sanayinde birçok soruna yol açmaktadır. Bu nedenle balın kurutulması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Samborska vd., 2017, Mutlu ve Erbaş, 2018; Samborska vd., 2019, Fan ve Roos, 2019). Balın kurutulabilmesi için sprey kurutma, vakum kurutma gibi yöntemler uygulanmaktadır (Mutlu ve Erbaş, 2018). Balın kurutulmasıyla su aktivitesinde azalma meydana geldiğinden bal tozu mikrobiyal bozulmalara karşı daha dayanıklı hale gelmekte ve kurutmayla birlikte hacimdeki azalma ürünün daha az yer kaplamasını ve kolay taşınmasını sağlamaktadır. Ancak kurutma sonucunda içeriğindeki şekerin etkisiyle yapışkan özelliğini koruyan balın toz hale getirilmesinde nişasta, karboksimetil selüloz, gam arabik, kazein gibi maddeler kullanılmaktadır (Tomczyk vd., 2020).

Higroskopik özellikteki bal tozu depolama süresince topaklanabilmektedir. Bu nedenle kalsiyum silikat, kalsiyum stearat gibi topaklanma önleyici maddeler kullanılabilmektedir (Nurhadi ve Roos,2017).

Günümüzde ekmek, içecekler şekerleme, nuga gibi birçok ürünün tatlandırılmasında ya da ürün bileşiminin zenginleştirilmesinde bal tozu kullanılmaktadır (Tong vd., 2010: Mutlu ve Erbaş, 2018).

2.8. Top Kek ve Top Kek ile İlgili Yapılan Çalışmalar

TS 13375 Hazır kekler (çeşitlerine göre; sade, çeşnili ve dolgulu) standardında (TSE, 2008) Hazır kek, "buğday unu veya tahıl unları ve/veya karışımları, beyaz şeker, yemeklik bitkisel yağ, yumurta, tuz, kabarmayı sağlayıcı maddeler, çeşni maddeleri, dolgu maddeleri ve diğer katkı maddelerinin, su eklenerek karıştırıldıktan sonra tekniğine uygun biçimde işlenerek şekil verilmesi ve pişirilmesi suretiyle hazırlanan, ambalajlı olarak tüketime sunulan mamul" şeklinde tanımlanmaktadır.

Unlu mamüller dünya üzerinde en çok tüketilen ürün grubu olmakla birlikte ekmek, makarna, bisküvi, kek gibi unlu mamül çeşitlerinin içinde lezzetli olması, kolay ulaşılabilir bir tatlı olması ve organaleptik özellikleri nedeniyle kek farklı yaş grupları tarafından daha çok tercih edilmektedir (Gözükara, 2013; Farahmand, 2014).

Keki genellikle un, şeker, kabartma tozu gibi toz materyaller ile yağ, su (bazen süt), yumurta gibi sıvı materyallerin uygun şekilde karıştırılması ve pişirilmesiyle hazırlanan ürün olarak tanımlamak mümkündür. İlk kek üretimi, ekmeğin temel bileşenlerinin yanı sıra bal, tereyağı, kuruyemiş eklenerek yapılmıştır (Farahmand, 2014; Alrefaie, 2017).

17. yüzyılın sonunda kek üretimi yapanlar kekin pişirme sıcaklıklarını kontrol etmişlerdir ve 1780 yılında mutfak teknolojisi kullanarak pişirmeyi kolaylaştırmıştırlar. Aynı yıllarda kek üretiminde maya yerine kabartma tozu kullanılmaya başlanmıştır. 19.yüzyıl başlarında İngiltere ve Amerika'da yapılan

kekler günümüzdeki keklere benzerlik göstermekte olup “pandispanya” olarak tanımlanmıştır (Alrefaie, 2017).

Keklerin sınıflandırılmasında bileşenleri ya da şekilleri göz önünde bulundurulur (Giritlioğlu, 2017). Dilim, baton, top, pasta altı, kalıp ve bar olmak üzere şekillerine göre altı tip kek bulunmaktadır. Üretim metoduna göre ise bileşimi ve karıştırma yöntemine göre şifon, köpük ve sulu hamur olmak üzere üç tip kek bulunmaktadır. Köpük kek içerisinde hava kabarcıklarını tuttuğu için (yumurta kullanımı nedeniyle) piştikten sonra içinde büyük hücrelerin oluştuğu kek iken şifon kek sulu hamur ve köpük kekin kombinasyonu şeklindedir. Sulu kekler ise içinde şhortening bulundurur (Alrefaie, 2017).

Yüksek yağ içeriği nedeniyle ön plana çıkan top kek, piyasada üretilen keklerin büyük bölümünü oluşturur. Yüksek enerjili, porsiyonluk olan bu kekler kolay tüketilir ve açlık hissini bastırır. Bu nedenle öğrenciler ya da çocuklar tarafından sabah kahvaltısı ya da ara öğün olarak sevilerek tüketilmekte ve ikram olarak kullanılmaktadır (Giritlioğlu, 2017).

Farklı yaş grupları ve ekonomik düzeye sahip kişiler tarafından sevilerek tüketilen bu ürünün fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla özellikle son yıllarda birçok çalışma yapılmıştır (Baltacıoğlu ve Uyar, 2017; Mehta vd., 2018; Trehan vd., 2018; Mellette vd., 2018; Ataman ve Gül, 2020, Baltacıoğlu vd., 2020).

Akai berry tozu ilave edilerek üretilen top keklerin kalitesinin incelendiği çalışmada araştırıcılar hacim, pişme kaybı gibi fiziksel özellikler, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite gibi kimyasal özelliklerinin yanı sıra keklerin tekstürel özelliklerini belirlemişlerdir. %0,1,3,5 ve 7 oranında akai berry tozu ilave edilen keklerde ilave edilme oranının artması keklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesini arttırdığını bildirmişlerdir. Top keklerin sertlik değerinin ilave edilme oranıyla beraber arttığı ve kontrol grubunda 1677.43 g/cm^2 olarak belirlenen sertlik değerinin %7 oranında akai berry ilave edilen keklerde 898.85 g/cm^2 olduğu bildirilmiştir (Kim ve Yoo, 2016).

Nohut ununun buğday ununa %0, 25, 50, 75 ve 100 olmak üzere 5 farklı oranda ilave edilmesiyle kek hamurlarının yapısında meydana gelen değişimi inceleyen araştırıcılar ilave edilme oranının artmasıyla vikozitenin düştüğünü ve daha küçük hava kabarcıklarının miktarının arttığını bildirmişlerdir (Alvarez vd., 2017).

Yumurta ve süt proteini yerine mercimek proteininin top kek kalitesinin incelendiği çalışmada araştırıcılar %50 ve %100 oranında mercimek proteinini ikame olarak kullanmış ve mercimek proteininin kullanıldığı keklerde hacmin kontrol grubundan farklı bir sonuç göstermediğini bildirmişlerdir (Jarpa-Parra vd., 2017). Ayrıca araştırıcılar mercimek proteini kullanılarak üretilen keklerin 72 saat depolandığında kontrol grubuna göre daha fazla sertlik değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Turunçgil lifinin yağ ve yumurta yerine ikame edilmesiyle top kek kalitesinde meydana gelen değişimi inceleyen araştırıcılar, %25 oranında bileşimdeki yağ ve yumurta miktarını azaltmış, %0.5,1 ve 2 oranında portakal lifi ilave etmişlerdir. En yüksek nem, kül ve diyet lif oranının %2 oranında portakal lifi ilave edilen örneklerde belirlendiğini bildiren araştırıcılar 24, 48 ve 72. saatlerde keklerin bayatlamasını incelendiğinde ise yine %2 oranında portakal lifi ilave edilen keklerin tazelik özelliğinin en yüksek değere sahip olduğunu bildirmişlerdir (Najafi vd., 2017).

Üç farklı keten tohumu türünün (Jawahar-27, LC2023, Jeewan) %10,%20 %30 ve %40 oranında un ile yer değiştirme prensibine göre top kek üretiminde kullanılması sonucunda keklerin yapısal, fizikokimyasal, tekstürel özelliklerinin incelendiği çalışmada keten tohumu ilave edilme oranının artmasının besin değerini arttırdığı ancak top kek hacimlerinin azaldığı bildirilmiştir. Araştırmada top keklerin protein oranının %9.63-16.34, yağ oranının %27.16-38.27, antioksidan aktivitesinin %13.37-20.49 ve toplam fenolik madde miktarının 38.52-67.91 µg GAE/g arasında değiştiği bildirilmiştir. Duyusal olarak ise en çok kabuledilebilir özellikte bulunan keklerin LC2023 ilave edilerek üretilen kekler olduğu bildirilmiştir (Kaur ve Kaur, 2018).

Yaban mersininin %8, 16 ve 24 oranında top keklere ilave edilmesinin top kek kalitesine etkisini inceleyen araştırıcılar meyve ilave edilme oranının artmasıyla kontrol grubunda %7.81 olan protein oranının en yüksek ilave edilme oranında %4.63'e düştüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca üretilen keklerin spesifik hacimlerinin

kontrol ve %24 meyve ilave edilen keklerde sırasıyla 2.21 ml/g'dan 2 ml/g'ye; hacim indeksinin ise 128.75 mm'ten 109 mm'a düştüğünü bildirmişlerdir (Işık vd., 2017). Domates posasının (kabuk, posa ve çekirdek) ekmek ve top kek üretiminde kullanılabilme olanaklarının incelendiği çalışmada araştırıcılar un ile yer değiştirme prensibine göre formülasyona ekmekte %35, top kek üretiminde ise %40 oranında ilavesi yapmıştır. Domates posası ilave edilerek üretilen keklerin nem değeri %32'den %35.9'a, antioksidan aktivitesi %9.30'dan %45.30'a, magnezyum ve potasyum değerleri ise sırasıyla 25.50 mg/100g'dan 28.62 mg/100g'a; 71.53 mg/100 g'dan 100.39mg/100g'a yükselmiştir. Aynı çalışmada posa ilave edilen top keklerin L değeri 82.26'dan 60.39'a düşmüş ve kırmızılık değeri olan a değeri ise 1.95'ten 21.96'ya çıkmıştır. Lif ilave edilmesine bağlı olarak sertlik değeri de 70.82N'dan 47.14'e düşmüştür (Mehta vd., 2018).

Beyaz, sarı ve mor renkteki mısırların her birinin 3 farklı çeşidi kullanılarak toplam 9 top kek üretiminin yapıldığı çalışmada araştırıcılar çölyak sorunu yaşayan kişiler için fonksiyonel bir ürün üretmeyi amaçlamışlardır. Kullanılan mısırlarda en yüksek yağ (%4.95) ve kül (%4.29) değeri beyaz mısır, protein (%9.88) ve toplam fenolik madde (1665µg GAE/g) miktarı mor mısır, en yüksek antioksidan aktivitenin (4.92µM troloks/mg) sarı mısır örneklerinde olduğu bildirilmiştir. Bu özelliklerdeki mısırlardan üretilen keklerde toplam fenolik miktarı en yüksek 1406 µg GAE/g ile mor mısır ile üretilen keklerde, en yüksek antioksidan aktivite (4.53 µM troloks/mg) ise sarı mısır ile üretilen keklerde belirlenmiştir (Trehan vd., 2018).

Püre ve susam formundaki yer fıstığı türevlerinin farklı oranlarda (%0, %7.5, %15 ve %22.5) top kek üretiminde kullanılmasının top kek kalitesine etkisini inceleyen araştırıcılar her iki formda ilave edilme oranının artmasıyla pişme kaybında azalma ve nem değerinde ise buna paralel olarak artış belirlenmişlerdir. Yine top keklere %22.5 oranında püre formunda yer fıstığı ilave edildiğinde L değerinin 62.81, susam formunda ise aynı oranda L değerinin 68.87 olduğu rapor edilmiştir. Sertlik değeri bakımından değerlendirildiğinde ise araştırıcılar ilave edilme oranının artmasıyla top keklerin sertliğinin arttığını ve susam formunda %22.5 oranında yer fıstığı ilave edilen top keklerin en sert (2.24 N) top kekler olduğunu bildirmişlerdir (İpek ve Dizlek, 2018).

Keçiboynuzu ununun kakaolu top kek üretiminde kakao ikamesi olarak kullanılmasının top keklerin fiziksel, duyusal ve tekstürel özellikleri üzerine etkisini inceleyen araştırıcılar kontrol top kek üretiminde %10 oranında kakao kullanmışlar ve diğer üretimi yapılan top keklerde bileşimdeki kakaoyu %20, 40, 60 ve 80 oranında keçiboynuzu unu ile ikame etmişlerdir. Keçiboynuzu unu ikame oranının artmasıyla top keklerin kül değerinin %1.50'den %1.14'e düştüğü, yapışkanlık değerinin arttığı ve tüketicilerin kabul edilebilirlik oranının azaldığı bildirilmiştir (Gerçekaslan ve Boz, 2018).

Bakteriyel nanoselüloz ilavesinin glutensiz top kek hamuruna ilave edilmesiyle meydana gelen değişiminin incelendiği çalışmada *Komagataeibacter xylinus* NRRL B-42 tarafından sentezlenen nanoselüloz kek hamuruna 5 farklı oranda (%0.06, 0.12, 0.18, 0.24 ve 0.30) ilave edilmiştir. Araştırıcılar ilave edilme oranının artmasıyla yapışkanlık değerinin 0.11 N'den 0.62N'ye yükseldiğini ve sertlik değerinin de aynı şekilde ilave edilme oranına bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. %0.30 oranında nanoselüloz ilave edilen kek hamurunun sertliğinin 5.4 N olduğunu rapor etmişlerdir (Marchetti vd., 2020).

Kısmi pişirme metodunun top kek kalitesi üzerine etkisini inceleyen araştırıcılar ürettikleri top kekleri 15, 20 ve 25 dakika kısmi pişirme işlemine tabi tutmuşlar ve ürettikleri kekleri 7, 14 ve 21 gün depolayarak depolama sonunda tüketime hazır hale gelecek şekilde pişirmişler ve analizlerini yapmışlar. Araştırıcılar tüm pişirme sürelerinde depolama süresinin artmasıyla pişme kaybının ve çiğnenebilirlik özelliğinin arttığını bildirmişlerdir. Yapışkanlık değerinin ise 20 ve 25 dakika pişirilen top keklerde depolama süresi uzadıkça arttığı rapor edilmiştir (Karaoğlu ve Bedir, 2020).

Keklerin şeker içeriğini düşürmek ve daha geç bayatlayan kekler üretmek için araştırıcılar sükroz yerine alüloz, izomaltoz ve glikoz şurubu (Mylose) kullanmışlardır. %0, 25, 50 75 ve 100 olmak üzere 5 farklı oranda sükrozun ikame edilmesiyle üretilen keklerin ikame oranının artmasıyla nem oranın arttığı ve hacmin azaldığı bildirilmiştir. Araştırıcılar %100 oranında sükroz ikamesi ile üretilen keklerin ve sükroz kullanılan kontrol grubunun sertlik değerlerinin alüloz>sükroz>izomaltoz>glikoz şurubu (Mylose) şeklinde değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca araştırıcılar tarafından alüloz

kullanılan keklerde sertlik değerinin 3.1 N'den ikame oranının artmasıyla 4.5 N' ye yükseldiği bildirilmiştir (Lee vd.2020).

Un ile yer değiştirme prensibine göre espresso kahve telvesinin top kek üretiminde kullanıldığı çalışmada araştırıcılar %15 ve %30 oranında ikame ettikleri kahve telvesinin top keklerin kalitesine etkisini incelemişlerdir. Kahve telvesinin ilave edilme oranının artmasıyla kek renginin koyulaştığını, daha sert bir yapı kazandığını, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir (Severini vd., 2020).

2.8.1. Kek üretiminde kullanılan bileşenlerin rolü

Kek üretiminde kullanılan bileşenler tekstürel, duyusal ve reolojik olarak kekin kalitesini etkilemektedir. Tüketici tarafından istenilen sıkılık, yapışkanlık, raf ömrü ve nemlilik gibi özellikler bileşenlerin etkileri sonucunda oluşmaktadır (Farahmand, 2014). Kek üretiminde kullanılan bileşenlerin ayrıntılı özellikleri aşağıda alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

2.8.1.1. Un

Düşük zedelenmiş nişasta ve %8-9 protein içeren düşük protein içeren unlar kek üretiminde tercih edilmektedir. Kek üretiminde nişasta serbest suyun tutulmasını sağladığından zedelenmiş nişastanın artması daha fazla suya ihtiyaç duyulmasına neden olur. Kullanılan unun beyaz olması son ürünün daha iyi tekstüre ve renge sahip olmasını sağlar (Farahmand, 2014). Ayrıca kullanılacak unun pH değeri, kül, alfa amilaz aktivitesi ve parçacık büyüklüğünün düşük olması istenir (Dizlek, 2003).

Buğday unu, buğday nişastası, mısır nişastası ve çirişlendirilmiş buğday ve mısır nişastası ile top kek üretimi yapan Boz (2018), buğday unu kullanarak ürettiği top keklerin hacminin 74.5 ml, buğday nişastası ile üretilen keklerin hacminin 90 ml, çirişlendirilmiş buğday nişastası kullanılarak üretilen keklerin hacmini ise 107.5 ml olarak bildirmiştir. Araştırıcı ayrıca top keklerin elastikiyet değerinin 0.632-0.705 arasında değiştiğini ve en yüksek elastikiyet değerine kontrol grubu keklerin sahip olduğunu bildirmiştir.

2.8.1.2. Şeker

Kek üretiminde şeker sıvı veya kristal formda katılabilir. Kristal formda katılırsa hamura katılaştırıcı etki gösterirken; sıvı veya şurup formda katıldığında nemlendirici etki yapar (Dizlek, 2003). Şeker kek üretiminde kalori değerini artırır, üründe arzu edilen rengin oluşmasına yardımcı olur, tekstürün gelişmesini sağlar, şeker su aktivitesini düşürdüğü için ürünün raf ömrünü uzatır ve mikrobiyal olarak daha güvenli hale gelmesine neden olur, karıştırma sırasında gluten gelişimini yavaşlatır, pişirme sırasında su aktivitesinin düşmesiyle protein denatürasyon sıcaklığını 13℃' den fazla arttırdığı için kek içindeki gözeneklerin stabil hale geçme süresini uzatır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999; Giritlioğlu, 2017).

Enerjisi azaltılmış kakaolu top keklerin üretiminde üzüm çekirdeği tozu kullanımının araştırıldığı çalışmada araştırıcı kek formülasyonunda şeker oranını %2.5, 5, 7.5 ve 10 oranında azaltmış ve aynı oranlarda un ile yer değiştirme prensibine göre üzüm çekirdeği tozu ilave etmiştir. Üretilen keklerin sertlik değerinin kontrol grubunda 10.59 N ve enerjisi azaltılmış %10 üzüm tozu ilave edilen keklerde 10.80 N olduğu belirlenmiştir. 5 gün boyunca depolanan keklerin keklerin sertlik değeri depolama sonunda kontrol grubunda 23.89 N, enerjisi azaltılmış %10 üzüm tozu ilave edilen keklerde 22.32 N olduğu bildirilmiştir (Seçen, 2018).

2.8.1.3. Yumurta

Kek üretiminde birçok işleve sahip olan yumurta temel bileşenlerden biridir. Protein matriksinin oluşumuna yardımcı olan yumurta hamurun kabarmasını destekler. Böylece kekin hacmini arttırır ve kek kırılgan bir yapı kazanır. Kekin besin değerinin artmasını sağlamasının yanında renk ve lezzet oluşumuna da yardımcı olur (Dizlek, 2003; Giritlioğlu, 2017).

Çeşitli nedenlerden dolayı yumurta tüketemeyenler için kek üretiminde yumurta yerine soya protein izolatı ve emülgatör olarak ksantan gam, soya lesitini ve monodigliseritlerin kullanılabilme olanağını inceleyen araştırıcılar soya protein izolatı ve bununla birlikte %1 oranında emülgatörleri tek tek yada kombine olarak formülasyona ilave etmişlerdir. Yumurta ilave edilerek üretilen kontrol keinde sıkılık

değeri 335g olarak bulunurken soya protein izolatı ilave edilen keklerde bu değer 1028.2 g olarak belirlenmiştir. Protein izolatı ile birlikte %1 oranında soya lesitinin eklenmesi ile üretilen keklerin sıkılık değeri kontrol grubuna yakın bir değere (338.9 g) ulaştırdığı ancak kombine olarak %1 soya lesitini ve %1 ksantan gam ilave edildiğinde sıkılık değerinin 252.3 g'e düştüğü bildirilmiştir (Lin vd., 2017).

2.8.1.4. Shortening

Fırın ürünlerini gevrekleştiren ve yumuşak olmasını sağlayan ve karıştırma prosesinde gluten yapışkanlığını sınırlandıran yenilebilir yağlara denir ve geniş erime noktasına sahip trigliseritlerin karışımıdır. Shortening pişirilmiş ürünlerin hacmini etkilemesinin yanında ağız hissi ve tekstürünü de etkiler. Kek hamurunun gevrek, bayatlamayı geciktirici ve yağlayıcı özellik kazanmasını sağlayan lesitin, mono ve digliserit esterleri, diasetil tartarik asit gibi emülgatörleri içeren emülgatörlü şorteningler kek üretiminde kullanılabilmektedir. Shortening kullanımı hamur hazırlama sırasında unun tozumasını azaltır, hamurun kabarmasını sağlar, yapışkanlığı azaltır; ürünün daha nemli, daha hacimli, tekstürel özelliklerinin iyileştiği ve raf ömrü uzun olan ürün elde edilmesini sağlar (Stauffer, 2005). Hava kabarcıklarının etrafını saran shortening kabarcıkları stabil hale getirerek yeme kalitesini iyileştirir ve kek içini yumuşatır. Ayrıca yağ, kekin kendi kokusunun oluşmasından da sorumludur (Giritlioğlu, 2017).

Günümüzde tüketiciler daha sağlıklı ürünlerin tüketilmesine yöneldiği için yağ oranı azaltılmış ürünlere ilgi duymaktadırlar. Bu nedenle yağ ikamesi olarak hidroksimetilpropil metil selüloz oleojel formuna getirilerek ayçiçeği yağının köpük oleojel formu elde edilmiş ve top kek üretiminde kullanılmıştır. Araştırıcılar %25,50,75 ve 100 oranında oleojel ilavesi yaptığı top keklerin spesifik hacimlerinin ilave edilme oranı arttıkça azaldığını ve %100 ilave edildiğinde spesifik hacminin 1.60 cm^3/g olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada oleojel ilave oranının artmasıyla keklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerinin arttığı %100 oranında ilave edilmesi durumunda bu değerlerin sırasıyla 18.71 N ve 10.65 J olduğu bildirilmiştir (Lee, 2018).

2.8.1.5. Kabartma tozları

Kimyasal reaksiyon sonucunda hamurun kabarmasına katkıda bulunan kabartma tozlarının bileşiminde amonyum veya sodyum bikarbonat gibi alkali maddeler, asidik tuzlar ve dolgu maddesi olarak nişasta kullanılmaktadır. Hamurun kabarmasında faydalı olan hava kabarcıklarının tutulmasını sağlayan etmenler arasında kremleştirilmiş shortening, çırpılmış yumurta akı, pişirme sırasında oluşan su buharı sayılabilir. Bunun yanında hamurun kabarmasında asıl önemli olan etmen, pişirme sırasında termal bozulma nedeniyle ve kabartıcıların suda çözünmesiyle oluşan karbondioksit gazıdır. Bu reaksiyonlar sırasında sodyum karbonattın müstakil kullanılmasıyla kekte istenmeyen tat oluşması nedeniyle formüle asidik tuz nötralizasyon eşdeğeri dikkate alınarak dengeli bir şekilde ilave edilir (Dizlek vd., 2008; Farahmand, 2014).

Kateşin bazlı kabartma maddesi üretmek isteyen araştırıcılar (Carullo vd., 2020) kateşini tartarik asit ve mukik asit ile bulamaç haline getirmişler ve karanlıkta bekleterek kabartma tozu üretimini sağlamışlar ve dolgu maddesi olarak da nişasta ve sodyum karbonat kullanmışlar. Daha sonra ürettikleri bu yeni kabartma tozunu top kek üretiminde kullanarak toplam fenolik madde miktarını incelemişler. Ticari kabartma tozunda toplam fenolik madde belirlenemezken tartarik asit ve mukik asit kullanılan kabartma tozlarında toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 0.00175 Meq kateşin/g top kek, 0.00120 Meq kateşin/g top kek bulunduğu bildirilmiştir.
Üretilmek istenilen kek türü için bileşenlerin orantılı olması; uygun ve dengeli reçete; optimum karıştırma ve pişirme prosesi kek kalitesini etkileyen üç faktördür (Cauvain ve Cyster, 1996; Cauvain ve Young, 2006). Bu faktörler ürünün hacmi, sıkılığı, gözenek yapısı, bayatlama toleransı, raf ömrü ve uygun jelatinizasyon derecesini etkiler (Gomez vd., 2008). Bu özellikler tüketici talepleri ile istenen standartların karşılaştırılması ve tüketicinin kabul edebilirliğinin belirlenmesinde kullanılır.

Önemli kalite parametreleri arasında tekstür, renk, nem, yoğunluk ve pH sayılabilir. Bu özellikler çeşitli cihazlar ile ölçülebilir niteliklerdir. Tekstürel özelliklerin belirlenmesinde TPA (Tekstür Profil Analizi) cihazı kullanılırken, renk ölüm cihazı ile ürün rengi hakkında bilgi edinebiliriz. Ayrıca pH metre ile kek hamurunun pH sı ölçülebilir. Düşük pH acımsı (Bitter) bir tat verirken yüksek pH ürünün tadının

sabunumsu olmasına neden olacaktır. Ayrıca hamurun hazırlanması sırasında yapılan karıştırma işleminde sürtünme nedeniyle hamurun ısısı artarak hamur yoğunluğunun etkilenmesine yol açacaktır. Aynı zamanda hamurun havalanmasını ve hamur stabilitesini etkileyecektir. Dolayısıyla da son ürünün kalitesini etkilemiş olacaktır (Farahmand, 2014).

2.8.1.6. Su

Kek üretiminde kullanılan suyun tadı, kimyasal içeriği ve mineral içeriği analiz edilmeli ve kullanılan su içilebilir kalitede olmalıdır. Kek üretiminde kullanılan su; şeker, tuz gibi çözünebilir bileşenlerin hamur içinde çözünmesini, kabartma tozlarının reaksiyonunu ve hamurun yoğunluğunu etkiler. Ayrıca kullanılan su hamurun yoğunluğunu etkilemekle birlikte son ürünün kalitesini, bayatlama süresini hatta ambalajlama ve depolama kriterlerinin etkilenmesine neden olur (Koçak, 2010, Farahmand, 2014, Giritlioğlu, 2017).

2.8.1.7. Tuz

Ürünün tadının gelişmesini sağlayan bileşendir. Tuz koruyucu, tat ve işleme özellikleri nedeniyle kullanılır ve hamurun karamelizasyon sıcaklığını düşürerek kabuk renginin iyileşmesine yardımcı olur (Turabi vd., 2008; Farahmand, 2014).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada, top kek üretiminde, kullanılan materyal aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Un: Çalışmada Hediye Un Fabrikası (Isparta)' ndan temin edilen Özel Amaçlı Buğday Unu kullanılmıştır. Öğütülen unlar 25 ℃'de olgunlaşıncaya kadar dinlendirilmiş ve kullanılana kadar +4℃'de muhafaza edilmiştir.

Su: Süleyman Demirel Üniversitesi kampüsü içme suyu kullanılmıştır.

Tuz: Piyasadan temin edilen TS 933 (TSE, 2003) Yemeklik Tuz Standardına uygun özeliklerdeki rafine kristal tuz kullanılmıştır.

Şeker: TSE 861 (TSE, 2007) Beyaz Şeker (Sakaroz) Standardına uygun, piyasadan temin edilen, toz şeker kullanılmıştır.

Margarin: TS 2812 (TSE, 1991) Bitkisel Margarin Standardına uygun özelliklerdeki piyasadan temin edilen margarin kullanılmıştır.

Süttozu: TS 1329, 2005 (TSE, 2005) Süttozu Standardına uygun özelliklerdeki piyasadan temin edilen yağsız süttozu kullanılmıştır.

Pastörize yumurta: TSE K 63 (TSE, 2009) Pastörize Sıvı Tavuk Yumurtası Standardına uygun özelliklerdeki piyasadan temin edilen bütün pastörize sıvı yumurta kullanılmıştır. Dondurulmuş halde temin edilen yumurtalar +4℃'de 24 saat beklenerek çözündürülmüş ve sonrasında çalışmada kullanılmıştır.

Kabartma tozu: TS 9053 (TSE, 2002) Kabartma Tozu Standardına uygun özellikte, piyasadan temin edilen kabartma tozu kullanılmıştır.

Top kek kalıpları: Teflon kaplı ve ısıya dayanıklı 35*26,5*3 cm boyutlarında 12' li top kek kalıbı kullanılmıştır. Top kek hamurlarının konulduğu her bir bölmenin üst çapı 6 cm, alt çapı 3,5 cm ve yüksekliği 3 cm'dir.

Bal tozu: 2018 yılında Anavarza Bal firmasından temin edilmiştir.

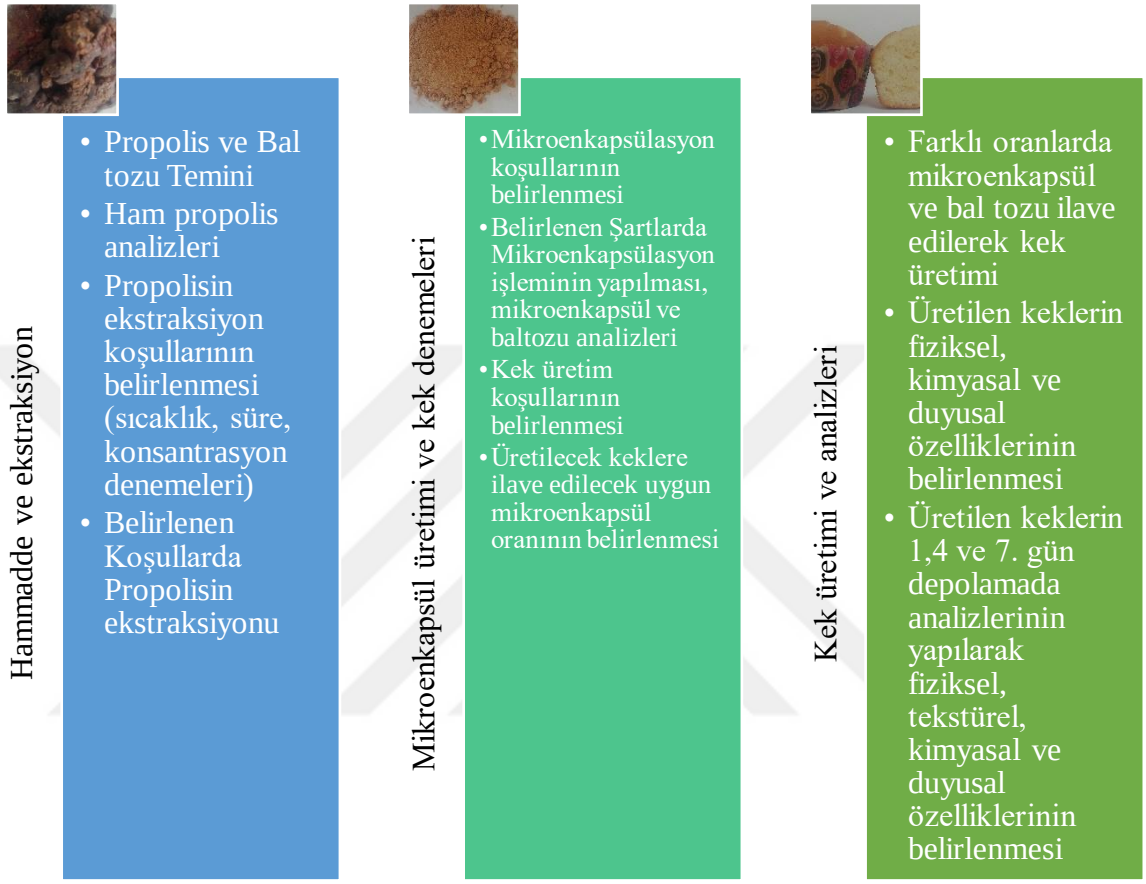
Propolis örnekleri: Propolis örneklerinin temini için arılarını farklı bitki örtüsüne (çam, çiçek ve kestane ağaçlarının yoğun olduğu) sahip bölgelerde tutan arıcıların tespit edilebilmesi amacıyla arıcı birlikleri ile görüşülmüş ve arıcılar ile iletişim sağlanmıştır. 2018 yılında gezici arıcılık yapmayan bu arıcılardan yüksek fenolik madde içeriğine sahip olması ve temiz ürün elde edebilmek amacıyla çerçevelerden toplatılan propolisler satın alınmıştır. Çam propolisi için Aydın, Muğla; çiçek propolisi için Adana, Antalya ve kestane propolisi için Ordu, Zonguldak illerinden temin edilen propolisler Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksekokulu laboratuvarında analizleri yapılana kadar -18 ℃' de derin dondurucuda (BK 7103Y, Türkiye) depolanmıştır.

Mikroenkapsüller: Metot bölümünde çalışmada kullanılan mikroenkapsüllerin elde edilmesi detaylı olarak açıklanmıştır.

Mikroenkapsül üretiminde kullanılan Gam arabik (Merck, Darmstadt, Almanya), β-siklodekstrin (Sigma, St. Louis, MO, ABD), maltodekstin (DE 16,5-19,5, Sigma, St. Louis, MO, ABD); Sigma (St. Louis, Mo, ABD) ve Merck (Darmstadt, Almanya) firmalarından temin edilmiştir. Analizlerde kimyasalların tümü analitik saflıktadır.

3.2. Metot

Çalışmanın özetini oluşturan şema Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmanın özet şeması

3.2.1. Ön denemeler

Çalışma sırasında kullanılacak uygun yöntem ve oranların belirlenebilmesi için farklı koşullarda ön denemeler yapılmıştır. Bu ön denemeler; i) Propolislerin özelliklerinin ve uygun ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi, ii) Mikroenkapsülasyon kaplama oranlarının belirlenmesi, iii) Top keklerin pişirme koşullarının belirlenmesi, iv) Çalışmada kullanılacak mikroenkapsül oranının belirlenmesi olmak üzere dört gruptan oluşmaktadır.

3.2.1.1. Birinci grup ön denemeler: Propolisin özelliklerinin ve ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi

Literatürde yer alan bilgiler ışığında farklı sıcaklık, süre ve çözücü konsantrasyonuna göre ekstraktların özelliklerinin değiştiği tespit edilmiştir. Tarama sonrasında ekstraksiyonda kullanılacak süre sıcaklık ve çözücü konsantrasyonu değerleri Design Expert Merkezi Kompozit programına en düşük ve en yüksek değer olarak girilmiştir. Sıcaklık için en düşük 25 ℃, en yüksek 75 ℃; süre en düşük 40 dak, en yüksek 60 dak.; çözücü konsatrasyonu en düşük %10 su, en yüksek %40 su olarak girilmiştir. Programın değerleri analiz etmesi sonucunda 20 farklı kombinasyon elde edilmiş ve bu farklı koşullarda ekstraksiyon yapılarak en uygun ekstrakt üretme şartlarının belirlenebilmesi için ekstrakların verimi, toplam fenolik madde miktarı analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler istatistik programına girilerek en uygun ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi sağlanmıştır.

3.2.1.2. İkinci grup ön denemeler: Mikroenkapsülasyon kaplama oranının belirlenmesi

Elde edilen propolis ekstraktlarının mikroenkapsülasyon işlemi için maltodekstrin/gam arabik ve β-siklodekstrin/gam arabik kaplama materyali olarak seçilmiştir. Kaplama konsantrasyonunun ve çekirdek/kaplama oranının belirlenebilmesi için her iki kaplama maddesinden %50 oranında kullanılarak denemeler yapılmıştır. Öncelikle kaplama konsantrasyonunun belirlenebilmesi için %5, %10 ve %15 oranında kaplama yapılmıştır. Çekirdek/kaplama oranının belirlenebilmesi amacıyla literatürde karşılaşılan 1/1- 1/2- 1/3 ve 1/4 çekirdek:kaplama oranı ele alınmıştır. Bu değerlerden uygun olanlar tespit edildikten sonra kullanılacak kaplama materyallerinin oranlarının belirlenebilmesi amacıyla Design Expert Simplex Lattice deneme tasarımı oluşturulmuş (Çizelge 3.1.) ve elde edilen mikroenkapsüllerde toplam fenolik, yüzey fenolik, kaplama etkinliği, hapsetme etkinliği, hausner oranı ve carr indeksi analizleri yapılarak en uygun mikroenkapsül kaplama düzeyleri belirlenmiştir. Analizler her iki kaplama materyalinde (maltodekstrin: gam arabik ve β-siklodekstrin: gam arabik) ayrı ayrı yapılmış ve her iki materyal için çekirdek/kaplama oranı aynı bulunmuştur.

Çizelge 3.1 Propolis ekstraktı için kaplama maddesi oranlarına ait Simplex Lattice tasarımı

Maltodekstrin (%)	Gam Arabik (%)
25	75
50	50
100	0
75	25
100	0
0	100
50	50
0	100

3.2.1.3. Üçüncü grup ön denemeler: Top keklerin pişirme koşullarının belirlenmesi

Top keklerin pişirilmesi için uygulanacak sıcaklık ve süre değerlerinin optimizasyonu amacıyla yapılan ön denemede Design Expert Merkezi Kompozit (Central Compozite) tasarımı kullanılmıştır. Programa pişirme sıcaklığı en düşük 180 °C en yüksek 210 °C; süre en düşük 20 dak, en yüksek 40 dak olarak girilmiştir. Program değerleri analiz etmiş ve 2^2 özeliğindeki faktoriyel tasarım merkez noktada 5 tekrarla toplamda 13 adet deneme planını içermiştir (Çizelge 3.2.). Merkez nokta tüm değişkenlerde orta değerlerinin alındığı noktadır. Keklerin yapısal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan simetri, hacim indeksi, sertlik, esneklik ve hacim değerleri ölçüt olarak alınmış ve üretilen keklerde simetri, yüksek hacim uygun sertlik ve esneklik değeri elde edilecek şekilde veriler analiz edilmiştir. Bu verilere göre programda önerilen en uygun sıcaklık ve süre değerleri asıl denemelerde kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Merkezi Kompozit ile elde edilen top kek pişirme koşulları deneme planı

Deneme	Faktör 1: Sıcaklık (°C)	Faktör 2: Süre (dak)
1	195	30
2	195	15.89
3	180	20
4	210	40
5	195	30
6	216.2	30
7	210	20
8	195	44.1
9	195	30
10	173.8	30
11	195	30
12	180	40
13	195	30

3.2.1.4. Dördüncü grup ön denemeler: Çalışmada kullanılacak mikroenkapsül oranının belirlenmesi

Çalışmada top keklere ilave edilecek mikroenkapsüle propolis ekstraktlarının oranının belirlenmesi amacıyla kek hamuruna un ile yer değiştirme prensibine göre %5, %6, %9 ve %15 oranında mikroenkapsül ilavesi yapılmıştır. Üretilen keklerin fiziksel, kimyasal, reolojik ve duyusal analizleri yapılarak belirlenen özelliklere göre asıl denemelerde en yüksek %10 oranında kullanılmasına karar verilmiştir. Çalışma bu değer göz önüne alınarak %0, %2.5, %5, %7.5 ve %10 oranında mikroenkapsül ilavesi yapılacak şekilde planlanmıştır.

Ön denemeler sonucunda mikroenkapsül üretiminde kaplama konsantrasyonu için %10 kaplama konsantrasyonu kullanılması uygun bulunmuştur. Yine aynı şekilde top keklere ilave edilecek mikroenkapsül oranlarının tespitinde %10' dan fazla mikroenkapsül ilavesinin üretilen top keklerin fonksiyonellik yönünden yüksek özelliğe sahip olmasını sağlamıştır. Ancak tüketiciler açısından kabul edilebilirliğinin çok düşük olması nedeniyle kek üretiminde en yüksek %10 oranında mikroenkapsül kullanılmasına karar verilmiştir. Çalışma içerisinde bu veriler fazlaca yer tutacağından ve sadece ön denemeler olması nedeniyle bu çalışmalardan toplanan verilere Araştırma Bulguları kısmında yer verilmemiştir.

3.2.2. Farklı kaynaklardan elde edilen propolislerin ekstraksiyonu

Temin edildikten sonra -18 ℃' de dondurulan propolisler daha iyi ekstrakte edilebilmesi amacıyla 7009 S Waring blender yardımıyla (Torrington, ABD) parçalanmıştır.

Propolislerden en uygun fenolik madde ekstraksiyon koşullarını belirlemek için "3.2.1.1. Birinci grup ön denemeler: Propolisin özelliklerinin ve ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi" başlığında belirtilen işlemler uygulanmıştır. Bu işlemler sonucunda Çizelge 3.3' te verilen koşullarda ekstraksiyon işlemi yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Propolis numunelerinin Merkezi Kompozit ile elde edilen ekstraksiyon koşulları

Örnek	Ekstraksiyon Sıcaklığı (°C)	Ekstraksiyon Süresi (dak.)	Çözücü Konsantrasyonu(su) (%)
Çiçek Propolisi	75	60	40
Çam Propolisi	75	60	40
Kestane Propolisi	25	60	40

Dondurup toz haline getirilmiş ham propolis numunelerinden 5 g örnek tartılmış ve üzerine Design Expert programında Merkezi Kompozit yönteminde belirlenen oranlarda 50 ml etanol ilave edilmiştir. Elde edilen karışım propolis çeşidine göre belirlenen farklı süre ve sıcaklıkta ultrasonik su banyosunda (Say Ultrasonik, İstanbul, Türkiye) ekstrakte edilmiştir. Belirlenen süre sonunda elde edilen karışım 6000 g santrifüjde (Hermle Z206A, Wehingen, Almanya) 20 dak santrifüjlenmiş ve Wattman 1 süzgeç kağıdından süzülmüştür, elde edilen süpernatat rotary evopatörde (Buchi R100, Türkiye) uçurulduktan sonra kalan ekstraktlarda analizler yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Propolis örneklerinin ekstraksiyonu

3.2.3. Mikroenkapsülasyon işlemleri

"3.2.1.2: İkinci grup ön denemeler: Mikroenkapsülasyon kaplama oranının belirlenmesi" bölümünde anlatılan işlemler yapılarak farklı propolis ekstraktları için uygun kaplama koşulları hazırlanmıştır. Ayrıca yapılan ön denemelerde enkapsülasyon işlemi için en uygun koşulların %10 kaplama konsantrasyonunda olduğu belirlenmiştir. Tüm enkapsülasyon işlemleri %10 kaplama konsantrasyonu üzerinde yapılmıştır. Yine ön denemelerde yapılan analiz sonuçlarına göre çiçek ve kestane propolisinde en uygun çekirdek/kaplama oranının 1/3; çam propolisinde en uygun çekirdek/kaplama oranının 1/4 olduğu belirlenmiştir.

Buna göre mikroenkapsülasyon işlemi için toplam 10 gram olacak şekilde kaplama maddeleri 100 ml su içerisinde çözündürülerek ultraturrax'da (Cat x120, Almanya) 20000 devirde 5 dak boyunca karıştırılmıştır. Kaplama maddelerinin birbirlerine göre oranları ise yine yapılan ön denemelerde belirlenmiştir. Ekstrakt:kaplama maddesi oranı kestane ve çiçek propolisinde 1:3; çam propolisinde 1:4 olacak şekilde elde edilen propolis ekstraktı hazırlanan solüsyona ilave edilerek tekrar ultraturraxda homojenize edilmiştir. Hazırlanan kaplama/çekirdek çözeltisi dondurarak kurutma (Liyofilizasyon) işlemi için 1 gece derin dondurucuda bekletilerek tamamen donması sağlandıktan sonra -85C'de, 0,021 mBar basınçta 40 saat süreyle liyofilizatörde (Labconco, Kansas, ABD) kurutulması sonucunca mikroenkapsüle propolislerin üretimi tamamlanmıştır (Tatar, 2017).

3.2.4. Top kek üretimi

Kek karışımının hazırlanabilmesi amacıyla Çizelge 3.4.'te verilen reçete kullanılmıştır. Kek üretiminde Goswami vd. (2015) tarafından önerilen kek üretim

metodu modifiye edilmiştir. Bu amaçla pastörize yumurta 2 dak süreyle Sinbo SMX-2128 (Türkiye) mikserin 1. devrinde çırpılmıştır. 35 ml su eklenerek 1. devirde 1 dak daha çırpılmış ve üzerine şeker eklenerek aynı hızda 1 dakika daha çırpılmaya devam edilmiştir. Oda sıcaklığına getirilerek küçük parçalara ayrılmış margarin eklenerek 1,5 dak 1. devirde çırpılmıştır. Kalan kuru maddeler (un, kabartma tozu, süt tozu, tuz ve yer değiştirme prensibine göre tartılmış mikroenkapsüller) eklenerek 1. devirde 1 dak çırpıldıktan sonra 2. devirde 1 dak daha çırpılmış ve hazırlanan hamur geleneksel top kek kalıplarına 35 g tartılmıştır. İdeal pişirme süresi ve sıcaklığın belirlenebilmesi için yapılan optimizasyon sonucunda 210 ℃' de 20 dak pişirilmiştir. Pişirme sonunda kekler 20 dak kalıpta, 40 dak da kalıp dışında soğutulmuş ve analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Top kek üretim reçetesi (İpek ve Dizlek, 2018)

Bileşenler	Miktar (g)
Un	100
Şeker	80
Pastörize yumurta	60
Margarin	60
Su	35
Yağsız süt tozu	7.5
Kabartma tozu	3
Tuz	0.5

3.2.5. Denemeler

Çalışmanın bu bölümünde;

Elde edilen mikroenkapsüle propolislerin ve bal tozunun farklı oranlarda ilave edilmesinin top keklerin bazı özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Ön denemelerde yapılan fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler sonucunda 3 farklı mikroenkapsüle propolis ve bal tozu ilavesi için %2.5, 5, 7.5 ve 10 olmak üzere 4 farklı oran belirlenmiş ve bu katkı oranlarının kek özellikleri üzerine etkisi katkı kullanılmadan üretilen kontrol kekleri ile karşılaştırılmıştır. Üretilen keklerin 1. 4. ve 7. depolama günlerinde tekstürel, fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri belirlenmiştir.

3.2.6. Analizler

Çalışmada kullanılan propolis, ekstrakt, mikroenkapsül, kek ve kek üretiminde kullanılan unun özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla çeşitli analizler yapılmıştır. Bu bölümde yapılan analiz metotları anlatılacaktır.

3.2.6.1. Top kek üretiminde kullanılan özel amaçlı buğday ununda yapılan analizler

Top kek üretiminde kullanılan özel amaçlı buğday ununun özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla L, a ve b renk değerleri (Minolta CR-410, Minolta Co Ltd., Tokyo, Japonya), nem (AACC Metot, 44-01.01, 2000), protein (AOAC Metot, 950.36, 2000), kül (AACC Metot, 08-01.01, 2000), toplam yağ (AOAC, 1990), yaş öz, kuru öz ve gluten indeks değeri (AACC Metot, 38-12.02, 2000), Zeleny sedimantasyon (AACC Metot 56-60.01, 2000) ve gecikmeli Zeleny sedimantasyon (Greenaway ve ark., 1965), düşme sayısı (AACC Metot 56-81.03, 2000) ve reolojik özelliklerini belirlemek amacıyla Farinograf analizi analizleri yapılmıştır.

Top kek üretiminde kullanılan unun uzayabilirlik ve yapışkanlık gibi tekstürel özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla Tekstür Analiz cihazı (TA.XT Plus, Stable Micro System Ltd., Godalming, Surrey, İngiltere) kullanılmıştır. Hamur uzayabilirliği için hazırlanan hamurun uzamaya karşı direnç (Rmax), uzayabilirlik (Ext) ve kurve altında kalan alan (Armax/Ext) değerleri SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik probu kullanılarak ölçülmüştür. Test sırasında ön test hızı 2.0 mm/s, test hızı 3.3 mm/s, son test hızı 10 mm/s olarak uygulanmış ve 5 kg'lık yük hücresi kullanılarak hamurun belirtilen değerleri ölçülmüştür (Kieffer vd., 1998).

Hamur yapışkanlığını ölçmek için ise Tekstür Analiz cihazının 25 mm çapındaki silindirik (Chen-Hoseney Dough Stickness Rig (A/DSC)) yapışkanlık probu kullanılmıştır. Analiz için test parametreleri olan ön test hızı, test hızı ve son test hızı sırasıyla 0.5, 0.5 ve 10 mm/s olarak belirlenmiştir. Analiz için 5 kg'lık yük hücresi kullanılmış, mesafe 4.0 mm olarak seçilmiş ve hamurun yapışkanlık (g), adezyon (g.s) ve hamur gücü (mm) değerleri tespit edilmiştir (Chen ve Hoseney, 1995). Örneğin hazırlanması için farinografta belirlenen su miktarı tartılan una oranlanarak eklenmiş

ve bir hamur elde edilmiştir. Analiz için kullanılacak silindirin içerisine yerleştirilen hamur silindirin altında bulunan vida çevrilerek 1-2 mm dışarı çıkartılmıştır. Üst bölmeden çıkarılan ilk hamur spatula yardımıyla uzaklaştırıldıktan sonra vida çevrilerek hamurun 1 mm kadar dışarıya çıkması sağlanmış ve basınçla daha uzağa aktarılmaması için çok az geri döndürülmüştür. Dışarı çıkarılan hamur cam bir aparatla kapatılarak kuruması önlenmiş ve analiz için 30 s beklenmiştir. Sonrasında aparat cihaza yerleştirilerek hamur yapışkanlığının ifadesi olan değerler kuvvet/zaman grafiği olarak belirlenmiştir.

3.2.6.2. Ham propolis örneklerinde yapılan analizler

Ham propolis örneklerinin özelliklerini belirlemek amacıyla Engür, (2007) tarafından aktarılan metotlar kullanılarak kuru madde, kül, oksidasyon oranı, pH ve mum içeriği belirlenmiştir.

Ham propolislerin kuru madde oranının belirlenebilmesi amacıyla öğütülen propolislerden 10 g örnek alınmış ve 100 ℃'de 5 saat süreyle kurutulmuştur. Desikatörde soğutulduktan sonra tartılmış ve % kuru madde değeri hesaplanmıştır. pH değerinin bulunabilmesi için ise %70 ve %80 olmak üzere iki farklı konsantrasyonda hazırlanan etanolde öğütülen propolisler 24 saat bekletilmiş ve süre sonunda pH değeri ölçülmüştür.

Propolislerin okside olup olmadığının anlaşılması için temin edilen farklı propolis örneklerinden 1 g örnek alınmış 10 ml %70 etanolde 24 saat çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. İşlem aynı şekilde tekrarlanarak ekstraktlar karıştırılmıştır. Toplam ekstraktan 5 ml alınmış ve 100 ml ye seyreltilip homojen hale getirildikten sonra filtre edilmiştir. Filtrattan 1 ml alınmış üzerine 1 ml su ve %20'lik 1 ml sülfürik asit eklenmiştir. 1 dakika süreyle karıştırıldıktan sonra hazırlanan karışıma potasyum permanganat ilave edilmiş ve iki dakika süreyle renk dönüşümü gözlenmiştir. Rengin pembeye dönmesi oksidasyon göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Propolislerde mum içeriğinin belirlenebilmesi için ise 400 ml etanol 20 g ham propolis üzerine eklenerek soksalet ekstraktöründe 60℃' de 24 saat ekstrakte edilmiştir. Çözülmeyen katı haldeki mumu ayırabilmek için elde edilen ekstrakt gece boyunca

derin dondurucuda bırakıldıktan sonra süzülmüş ve süzgeç kağıdındaki mum tartılmıştır.

3.2.6.3. Mikroenkapsül ve bal tozunda yapılan analizler

3.2.6.3.1. Elde edilen mikroenkapsüllerde ve bal tozunda etkinlik ve hapsetme etkinliğinin belirlenmesi

Çalışmanın metot bölümünde anlatıldığı şekilde mikroenkapsüllerin ve bal tozunun toplam fenolik madde ve yüzey fenolik madde değerleri belirlenmiştir. Daha sonra Formül 3.1. ve Formül 3.2.' de belirtildiği şekilde etkinlik ve hapsetme etkinlikleri hesaplanmıştır.

Etkinlik (%)= (Mikroenkapsülde deneysel olarak belirlenen toplam fenolik madde miktarı/ Mikroenkapsüldeki teorik fenolik madde miktarı)*100 (3.1)

Hapsetme Etkinliği (%)= ((Mikroenkapsülün toplam fenolik madde miktarı-Mikroenkapsülün yüzey fenolik madde miktarı)/ Mikroenkapsülün toplam fenolik madde miktarı)*100 (3.2)

3.2.6.3.2. Kitle yoğunluğu (Bulk Density) ve sıkıştırılmış kitle yoğunluğu (Tapped Density)

Mikroenkapsüle edilmiş propolis ve bal tozu örneklerinde kitle yoğunluğu ve sıkıştırılmış kitle yoğunluğu literatürde belirtilen bir metodun kısmi modifikasyonuna göre yapılmıştır (Tatar ve ark., 2014). Buna göre mikroenkapsüle örneklerden ve bal tozundan 1 gram alınarak 10 ml mezür içerisine belirli bir yükseklikten aktarılmıştır. Örneklerin kütlesi kapladığı hacme oranlanarak kitle yoğunluğu değerleri belirlenmiştir. Ardından sıkıştırılmış kitle yoğunluğunu hesaplamak amacıyla mikroenkapsüle örnekler el çırpma hareketi ile 180 defa vurularak işlem gerçekleştirilmiş ve kütlenin sıkıştırılmış hacme oranı ile sıkıştırılmış kitle yoğunluğu değerleri belirlenmiştir.

Mikroenkapsüle edilmiş örneklerin Carr indeksi Formül 3.3'te belirlenmiştir. Hausner oranı ise sıkıştırılmış kitle yoğunluğu değerinin kitle yoğunluğuna oranlanması ile Formül 3.4'e göre belirlenmiştir. Carr İndex ve Hausner Oranına göre akışkanlık

değerleri (Turchiuli ve ark., 2005) toz haldeki ürünlerin akışkanlık durumları hakkında bilgi vermektedir. İdeal özellikler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Carr indeksi = ((sıkıştırılmış kitle yoğunluğu–kitle yoğunluğu)/sıkıştırılmış kitle yoğunluğu)*100 (3.3)

Hausner oranı = (sıkıştırılmış kitle yoğunluğu /kitle yoğunluğu) (3.4)

Çizelge 3. 5. Carr indeks, Hausner oranı ve akışkanlık ilişkisi (Başyiğit ve Çam, 2016)

Carr indeks (Carr index)	Akışkanlık (Fluidity)	Hausner Oranı (Hausner Ratio)
<10	Mükemmel	1.00-1.11
11-15	İyi	1.12-1.18
16-20	Orta	1.19-1.25
21-25	Geçerli	1.26-1.34
26-31	Zayıf	1.35-1.45
32-37	Çok Zayıf	1.46-1.59
38≥	Çok Kötü	1.60≥

3.2.6.3.3. Mikroenkapsüller ve bal tozunda çözünürlük değerinin belirlenmesi

Çözünürlük analizi için 0.1 gram mikroenkapsül ve bal tozu 24.9 gram distile su içerisinde dağıtılmış ve su banyosunda 25 °C'de karıştırılmıştır. Karışım 4500 rpm'de 20 dak santrifüj (Hermle Z206A, Wehingen, Almanya) edildikten sonra 10 g süpernatant 105 °C'de etüv içerisinde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuş ve soğutulduktan sonra tartılmıştır. Çözünebilme Formül 3.5'e göre hesaplanmıştır (Li vd, 2014):

$$\text{Çözünebilme}(\%) = ((mx2.5)/\ w\ )x100 \quad (3.5)$$

m: kurutma işlemi sonundaki kuru madde miktarı (g),
w: başlangıç örnek miktarı (g).

3.2.6.3.4. Yüzey morfolojisi (SEM) analizi

Mikroenkapsüllerde dış görüntünün belirlenebilmesi için taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde (KİTAM) hizmet alımı olarak SEM analizi gerçekleştirilmiştir. Elektron ışınına maruz kaldığında numunenin hareket etmemesi için çift taraflı bant kullanılarak numuneler numune tutucusuna yapıştırılmıştır.

Numuneler iletken olmadığı için elektron ışını tarama yaparken yük biriktirirler ve bu görüntü netliğini etkilemektedir. Bu nedenle numuneler iletken bir madde ile kaplanmalıdır. Çalışmada kullanılan numunelerin iletkenlik kazanabilmesi için 10 nm kalınlığında Altın-Paladyum kaplaması yapılmıştır. Daha sonra numuneler JSM-6400 elektron mikroskobu (Jeol Ltd., Tokyo, Japan) kullanılarak analiz edilmiştir. 3 kV voltaj kullanılarak yüksek vakum uygulanarak farklı boyutlarda görüntüleri tespit edilmiştir.

3.2.6.4. Ekstrakt, mikroenkapsül, bal tozu ve top keklerde yapılan kimyasal analizler

3.2.6.4.1. Toplam fenolik madde eksraksiyonu ve analizi

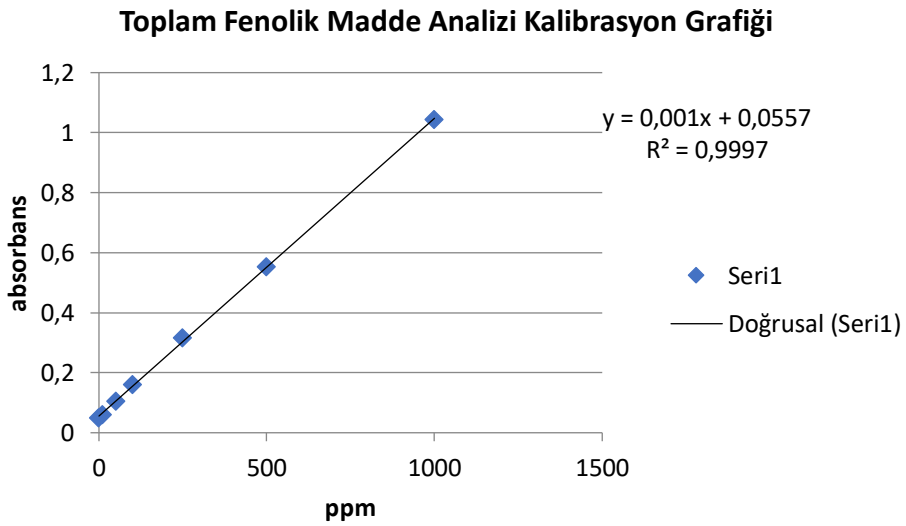
Örneklerin fenolik maddelerinin analizi Singleton ve Rossi, (1965)'ye göre yapılmıştır. Fenolik maddelerin analizi için ekstraktlarda 10 mg/10 ml olacak şekilde çözelti hazırlanmış ve analiz buna göre yapılmıştır.

Elde edilen mikroenkapsüllerin ve bal tozunun toplam fenolik madde ve yüzey fenolik madde analizinin yapılabilmesi için farklı ekstraksiyon koşulları uygulanmıştır. Toplam fenolik madde analizinin yapılabilmesi için bal tozu ve mikrokapsüllerin çözdürmek amacıyla, Robert vd. (2010) kullandıkları yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. 0.1 g toz/mikrokapsül örneklerinden tartılmış üzerine 10 ml etanol-asetik asit-su (50:8:42) ilave edilerek vortekste 1 dak karıştırılmıştır. Daha sonra 1000 rpm de 5 dak süreyle santrifüj (Hermle Z206A, Wehingen, Almanya) edilerek 0.45 µm gözenekli filtre kağıdından filtre edilmiştir. Süpernatanttan toplam fenolik madde analizinde kullanılmıştır.

Kek örneklerinden fenolik bileşenleri ekstrakte etmek amacı ile 10 g örnek üzerine 20 ml etanol:asetik asit:su (50:8:42) karışımından ilave edilmiştir. Baget cam çubuk yardımı ile ezilerek, Ultraturrax (Cat x120, Germany)'da 10,000 rpm'de 2 dak parçalanmıştır. Daha sonra santrifüj (Hermle Z 206 A, Germany) edilerek (10,000 rpm, 2 dakika) sıvı kısım katıdan filtre edilerek alınmıştır. Elde edilen süzüntüden, üretilen keklerde toplam fenolik madde, miktarı belirlenmiştir (Tatar, 2017). Yüzey fenolik madde ekstraksiyonu için 0.1 g mikrokapsül veya bal tozuna etanol:metanol

(1:1) karışımından 10 ml ilave edilerek mikroenkapsüllerin toplam fenolik madde ekstraksiyonunda yapılan işlemler uygulanmıştır.

Ekstraktlar elde edildikten sonra toplam fenolik madde analizi yapmak üzere süzüntülerden 40 µl alınarak üzerlerine 2400 µl su, daha sonra 200 µl Folin-Ciocalteau çözeltisi 30 s sonra da 600 µl doymuş sodyum karbonat ve 760 µl su eklenmiş ve içerik hızlıca çalkalanarak karıştırılmıştır. 2 saat karanlık ortamda bekletildikten sonra spektrofotometrede 765 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Analiz sonuçları gallik asit çözeltisi kullanılarak hazırlanan kalibrasyon grafiğine (Şekil 3.3) göre hesaplanmıştır (y = 0,001x + 0,0557). Sonuçlar g GAE /kg olarak ifade edilmiştir. Yüzey fenolik madde miktarının tespiti için de aynı analiz metodu kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Toplam fenolik madde kalibrasyon grafiği

3.2.6.4.2. DPPH radikal giderme analizi

3.2.6.1'de anlatılan ekstraksiyon metoduyla elde edilen ekstraklarda antioksidan güç analizi 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radikal yakalama yöntemi ile yapılmıştır. 0,0154 g DPPH alınmış ve 250 ml'ye metanol eklenerek tamamlanmıştır. Hazırlanan bu çözelti daha sonra metanolle iki kat seyreltilmiştir. Antioksidan güç analizi için ekstraktlardan ve süpernatatlardan 200 µl alınarak üzerine 3,8 ml seyreltilmiş DPPH çözeltisi ilave edilmiş ve 15 s vortekslendikten sonra oda sıcaklığında, karanlıkta 60 dak bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler spektrofotometrede 515 nm'de okunmuş ve absorbans değerleri kaydedilmiştir.

Kontrol için ise örneklerin çözücüsü okunmuş ve absorbans değeri not edilmiştir (Aksoylu, 2012). Toplam antioksidan aktivite Formül 3.6'ya göre hesaplanmıştır:

Toplam Antioksidan Aktivite (%) = (1-(Aörnek/Akontrol))x100 (3.6)

AÖrnek : Örneğin 515 nm'de okunan absorbans değeri
AKontrol : Kontrolün 515 nm'de okunan absorbans değeri

3.2.6.4.3. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite tayini (TEAC)

3.2.6.4.1' de anlatılan ekstraksiyon metoduyla elde edilen ekstraklarda Gargouri vd. (2019) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Analizin yapılabilmesi için öncelikle ABTS+ çözeltisi hazırlanmıştır. Bu amaçla 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS çözeltisi oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 12-16 saat bekletilerek radikal formun (ABTS●+) oluşması sağlanmıştır. Daha sonra 19 ml 0.2 M monobazik sodyum fosfat çözeltisi ile, 81 mL 0.2 M dibazik sodyum fosfat çözeltisi karıştırılarak, üzerine 8.77 g NaCl eklendikten sonra 1 L'ye tamamlanmak suretiyle pH'sı 7.4 olan PBS (Phosphate buffer saline: tuzlu fosfat tampon) çözeltisi hazırlanmıştır. Elde edilen bu tuzlu fosfat tamponu hem fenolik bileşikleri içeren ekstraktın, hem de radikal çözeltisinin seyreltilmesinde ve ayrıca troloks standardının hazırlanmasında kullanılmıştır.

Hazırlanan mavi yeşil renkli ABTS+çözeltisi 0.7 Absorbans verecek şekilde seyreltildikten sonra farklı miktarlardaki ekstraktlara 10 µl Troloks eklenmiş ve 6 daksüreyle absorbans düşmesi takip edilmiştir. 1. ve 6. dakikada okunan absorbans değerleri kaydedilerek % inhibisyon oranı hesaplanmıştır. Karşılaştırılma yapılmak üzere Troloks çözeltisinin kalibrasyon grafiği örneklerde uygulanan işlemlerde olduğu gibi tekrarlanarak hazırlanmıştır. Çalışmada hazırlanan ekstrakt miktarlarına karşılık gelen inhibisyon oranları bir grafiğe aktarılmış ve lineer regresyon analizi ile örneklere ait eğriler belirlenmiş ve eğimleri hesaplanmıştır. Standart eğirinin eğimine örneklerin eğimleri bölünmüştür. Sonuçlar mg TEAC/g olarak verilmiştir.

3.2.6.4.4. Mineral madde analizi

Mineral madde analizi için örneklerin hazırlanması Golopani vd. (2007)' nin modifiye edilmesi ile yapılmıştır. Yaş yakma amacıyla 1 gram propolis, mikroenkapsül ya da

top kek numunesi alınmış, üzerine 12 ml HNO_3:H_2O_2 (8:4) eklenmiştir. 1 gece beklendikten sonra örnekler Whatman No1 filtre kağıdından süzülerek Atomik Absorbsiyon cihazında mineralin firma tarafından hazırlanan kullanım kılavuzundan elde edilen dalga boyu değerinde okuma yapılmıştır. Cihazın mineral madde tespitinde kullandığı değerler Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Atomik absorbsiyon cihaz kriterleri

Fe (mg/l)		Mg (mg/l)		K (mg/l)	
Gaz akış hızı	Dalga Boyu	Gaz akış hızı	Dalga Boyu	Gaz akış hızı	Dalga Boyu
0,9L/dak	248,3nm	1,2L/dak	766,5 nm	1,2L/dak	766,5 nm

3.2.6.4.5. Fenolik bileşen analizi

Propolis, bal tozu, mikroenkapsüller ve top keklerde etken madde analizi Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinde (YETEM) hizmet alımı ile gerçekleştirilmiştir. Analiz için 3 g numune tartılıp üzerine 15 ml metanol eklenmiş ve 30 dak ultrasonik banyoda bekletilip süzdürülmüştür. Süzüntünün 20 mikrolitresi HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromotografisi) cihazına enjekte edilerek örneklerin ferulik asit, kafeik asit ve p-kumarik asit içerikleri belirlenmiştir.

Yapılan analizde cihazın (Shimadzu, Japan) çalışma koşulları şu şekildedir; Kolon : Agilent Eclipse XDB-C18 (250x4,60 mm) 5 mikron, Mobil faz: A: %3 asetik asit, B: Metanol, Akış Hızı: 0.8, ml / dakika, Kolon sıcaklığı: 300 C, Enjeksiyon hacmi: 20 mikrolitre.

3.2.6.4.6. Mikroenkapsül, bal tozu ve top keklerde invitro sindirim analizi

Numunelerin invitro sindirim (biyoyararlılık) analizleri için 140 mM NaCl ve 5mM KCl nin karıştırılmasıyla hazırlanan bazal tuzlu sudan 13.5 ml alınarak santrifüj tüpünde bulunan 1.5 g numuneye eklenmiş ve tüpler su banyosuna yerleştirilmiştir. 10 dak boyunca çalkalamalı su banyosunda (Daihan Maxturdy-18, Seul, Güney Kore) bekletilmiştir. Tüplerin içine daha sonra simüle edilmiş gastrik sıvıdan (3.2 g/l pepsin, 1 M HCl içeren) 4.5 ml eklenmiş ve sindirimin başlaması için 1.0 M NaOH ile pH 2.0'ye ayarlanmıştır. 1 saat boyunca 37 ℃ sıcaklıkta su banyosunda bekletilen karışımın pH'sı süre sonunda 1 M NaOH ile 7.5'e ayarlanmıştır. Yine pH'sı 7.5 olarak

ayarlanan simüle edilmiş gastrik sıvıdan (4.76 mg/ml pankeatin ve 5.16 mg/ml domuz safra ekstraktı) 4.5 ml eklenmiş ve sindirimden sonra numuneler 6000 rpm'de 15 dak santrifüj edilmiştir. Süpernatant biyoyararlılık analizinde kullanılmıştır (Tan vd., 2014).

3.2.6.4.7. Mikroenkapsül, bal tozu ve top keklerde protein analizi

Protein tayini AACC 46.12.01'e göre yapılmıştır. Kaynatma balonuna 0,5 g örnek tartılmış, üzerine katalizör ve 25 ml sülfürik asit ilave edilmiştir. Yakma ünitesine yerleştirilen balonlarda şeffaf renk gözlenene kadar yakma işlemine devam edilmiş ve sonra balonlar soğutularak destilasyon ünitesine alınmıştır. Brom fenol mavi ve brom fenol kırmızının karıştırılmasıyla hazırlanan indikatör erlen içerisindeki borik asite eklenmiş ve destilatın erlen içerisinde toplanması sağlanmıştır. Destilasyon sonunda 0.05 N HCl ile titrasyon yapılarak % azot miktarı ve % protein miktarı belirlenmiştir. 5.7 protein çevrim faktörü olarak kullanılmıştır.

3.2.6.5. Hamur analizleri

3.2.6.5.1. Hamur yapışkanlık

Kek ununun yapışkanlığının belirlenmesi için kullanılan ve 3.6.1'de anlatılan hamur yapışkanlık analizi farklı oranlarda bal tozu ve propolis mikroenkapsülü ilave edilmiş kek hamuru içinde yapılmıştır. Analizin yapılmasında aynı metot uygulanmıştır.

3.2.6.5.2. Hamur yoğunluğu

Top kek hamurlarının yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla hacmi sabit bir kabın içerisine su eklenerek önce kabın hacmi belirlenmiştir. Daha sonra kaba top kek hamuru eklenmiş ve hamur ağırlığı tespit edilmiştir. Hamur ağırlığı su ile belirlenen hacme oranlanarak hamur yoğunluğu tespit edilmiştir (Masoodi vd., 2002).

3.2.6.6. Top kek analizleri

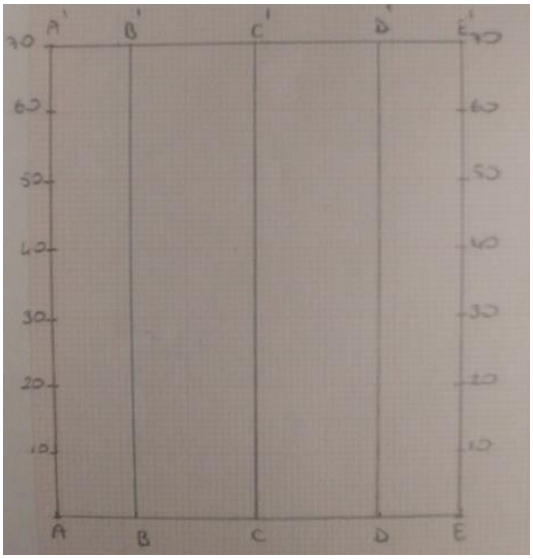
Araştırmada üretilen top kek örneklerinin nem (AACC Metot, 44-01.01,2000), kül (AACC Metot, 08-01.01, 2000), su aktivitesi (Novasina, Lab Touch-aw, Lachen,

İsviçre) (Ulutürk,2018), toplam yağ (AOAC, 1990), renk (L,a,b) değerleri (Minolta CR-410, Minolta Co Ltd., Tokyo, Japonya) belirlenmiştir.

Minolta CR-410 (Minolta Co Ltd., Tokyo, Japonya) renk cihazı kullanılarak üretilen keklerin renk ölçümleri yapılmıştır. Üretilen keklerin iç ve dış renk ölçümleri üç farklı noktadan L [(0)Siyah – (100) Beyaz], a değeri [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve b değeri [(+) sarı, (-) mavi] olarak belirlenmiştir (Ulutürk, 2018).

3.2.6.6.1. Top keklerde fiziksel analizler

Üretilen top keklerin simetri, tekdüzelik indeksi, pişme kaybı, hacim değerleri belirlenmiştir (AACCI Metot 10-91.01; AACCI, 2000; İpek ve Dizlek, 2018). Ölçüm için kullanılacak şablonunun uzunluğu kek pişirme kalıbına göre 6 cm olarak modifiye edilmiş ve şablon üzerinde |A-A'|, |B-B'|, |C-C'|, |D-D'|, |E-E'| noktaları işaretlenmiştir. Üretilen kekler soğutulduktan sonra boyuna tam ortadan kesilmiş ve Şekil 3.4.' te verilen milimetrik ölçüm şablona kesilen yüzeyi üzerine konulduktan sonra ölçümde kullanılacak yükseklikler belirlenmiş ve hesaplamalarda kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Top kek ölçüm şablonu

Simetri indeksi ise keklerin yüzey yapısı hakkında fikir edinmek için kullanılmaktadır (Formül 3.7.). Kabaran, bombeli yapıya sahip olan keklerde bu değer pozitif olarak belirlenirken, çöken keklerde negatif olarak hesaplanmaktadır. Kekin yanal simetrisi hakkında bilgi veren değer ise tekdüzelik indeksi olup, kek yan yüzeyinin iki farklı

noktasından alınan değerlerin eşit olması istenmektedir (Formül 3.8.). Pişme kaybı değeri ise kalıba konulan hamurun pişirme ile kaybettiği ağırlığın oranlanması ile hesaplanmaktadır (Formül 3.9. ve 3.10.).

Simetri İndeksi (mm) = 2 |CC'| – |BB'| – |DD'| (3.7.)

Tekdüzelik İndeksi (mm) = |BB'| – |DD'| (3.8.)

Kek verimi= (Kek ağırlığı/Hamur ağırlığı)*100 (3.9.)

Pişme Kaybı =100-Kek verimi (3.10.)

Keklerde hacim tayini ise kuş yemi ile yer değiştirme metoduna göre (Uluoöz, 1965) yapılmıştır.

3.2.6.6.2. Tekstür analizleri

Top keklerin TPA (Tekstür Profil Analizi) parametreleri olan elastikiyet, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, esneklik, sakızımsılık ve sertlik değerleri TA-XT PLUS cihazı (TAXT Plus, İngiltere) cihazında 36 mm silindirik prob kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümlerin yapılabilmesi için top kekler tabandan 4 cm yükseklikte enine kesilmiş, üst kısımları atılmış ve ölçümler keklerin taban kısımlarından yapılmıştır. Parametrelerin ölçümü üç paralelli ve üç tekerrürlü olarak depolama süresince (1., 4. ve 7. gün) yapılmıştır. Ölçülecek parametrelerin analizi için ön test hızı 1.0 mm/s, test hızı 1.0 mm/s, test sonrası hız 1.0 mm/s, mesafesi top kek yüksekliğinin yarısı kadar seçilmiş ve 5 kg'lık yük hücresi kullanılmıştır.

3.2.6.6.3. Duyusal analiz

Top keklerin duyusal özellikleri 7 kişiden oluşan eğitimli 20-35 yaş arası panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir. Panelistlere değerlendirme öncesinde değerlendirme kriterleri hakkında açıklama yapılmış ve sonrasında gelişigüzel numaralandırılan top kekler panelistlere tek tek sunulmuştur. Her kekin değerlendirilmesinden sonra panelistlere içme suyu verilmiştir. 5' lik puan sisteminin kullanıldığı duyusal analizde (5 puan: çok iyi, 4 puan: iyi, 3 puan: kabul edilebilir, 2 puan: yeterli değil, 1 puan: kötü) panelistlerden keklerin renk (Dış ve iç renk), gözenek yapısı, tekstürel/ yapısal özellikler, ağızda dağılma, kuru/kumlu olma, çiğnenebilirlik,

tat/lezzet, koku, aroma ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmeleri istenmiştir (Ulutürk, 2018). 1., 4. ve 7. günlerde duyusal analiz tekrarlanmıştır.

3.2.6.6.4. Top keklerin depolanması

Top kekler fırın çıkışını takiben soğutulmuş ve sonra polietilen poşetlerde 30°C sıcaklığındaki oda koşullarında 7 gün süreyle depolanmıştır.

3.2.7. İstatistiksel analizler

Çalışmada kullanılan propolis, propolis ekstraktları, mikroenkapsüller ve mikrenkapsül ilave edilerek üretilen top keklerin özelliklerinin belirlenmesinde elde edilen verilerin varyans analizi (ANOVA) yapıldıktan sonra Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Analizler için SPSS istatistik paket programı (SPSS, version 24.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, ABD) kullanılmıştır. Üretilen keklerin bağımlı değişkenleri kaplama materyali, propolis çeşidi ve oran olmak üzere birçok faktörden etkilendiği için istatistiksel analiz için çok değişkenli varyans analizi kullanılırken, depolama yapılan keklerin farklılıklarının belirlenebilmesi için tekrarlı çok değişkenli (Repated Measures) varyans analizi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Ön Denemeler

4.1.1. Propolis özellikleri ve ekstraksiyon koşulları

Çam (Aydın, Muğla), kestane (Ordu, Zonguldak) ve çiçek (Adana, Antalya) propolislerin bazı özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Çam, kestane ve çiçek propolislerinin bazı kimyasal özellikleri

Özellikler	Çam	Kestane	Çiçek
pH (%70etanol)	$5.77^{b*}\pm0.07$	$5.31^{a}\pm0.07$	$5.55^{c}\pm0.021$
pH (%80 etanol)	$5.38^{b}\pm0.07$	$5.16^{c}\pm0.07$	$5.67^{a}\pm0.021$
Mum (%)	$24.07^{b}\pm0.09$	$22.44^{c}\pm0.62$	$25.22^{a}\pm0.31$
Kuru madde (%)	$96.28^{b}\pm0.05$	$96.28^{b}\pm0.07$	$96.46^{a}\pm0.08$
Kül (%)	$1.65^{b}\pm0.09$	$1.28^{c}\pm0.02$	$2.40^{a}\pm0.09$
Oksidasyon	-	-	-
L	$30.50^{c}\pm0.09$	$37.39^{b}\pm0.09$	$45.25^{a}\pm0.10$
a	$7.51^{a}\pm0.07$	$8.17^{a}\pm0.06$	$2.67^{b}\pm0.23$
b	$12.54^{a}\pm0.07$	$15.85^{a}\pm0.05$	$6.07^{b}\pm0.25$
Fe (mg/l)	$3.07^{c}\pm0.24$	$11.51^{a}\pm0.68$	$4.87^{b}\pm0.05$
Mg (mg/l)	$1.92^{c}\pm0.09$	$2.30^{b}\pm0.01$	$2.38^{a}\pm0.02$
K (mg/l)	$3.35^{b}\pm0.05$	$0.24^{c}\pm0.01$	$3.38^{a}\pm0.08$

*Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p<0.05$).

Çam (Aydın, Muğla), kestane (Ordu, Zonguldak) ve çiçek (Adana, Antalya) propolislerinin %70 ve %80'lik etanolde çözündürüldüğünde ölçülen pH değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Propolisin ekstraksiyonunda iyonik kuvvetin değişmesi bileşenlerin çözünürlüğünü etkilediğinden ekstraksiyon performansında değişim meydana gelmektedir (Chong ve Chua, 2020). Bu nedenle alkol konsantrasyonunun arttırılmasıyla iyonik kuvvet değişmiş ve pH değerinde farklılık meydana getirmiştir. Propolis çeşitlerinin hepsi alkol konsantrasyonunun artmasıyla daha düşük pH değerine sahip olmuştur ve pH değeri 5.16-5.77 arasında değişmektedir. En yüksek mum içeriğine sahip olan propolis numunesi ise Adana-Antalya tarafından toplanan çiçek propolisinde (%25.22) belirlenmiştir. Kuru madde içeriklerinde büyük bir fark görülmezken, en yüksek kül

içeriği Antalya-Adana tarafından toplanan çiçek propolisinde (%2.40) belirlenmiştir. Propolislerin hiçbirinde oksidasyon gözlenmemiştir.

Propolisler renk özellikleri bakımından karşılaştırıldığında en yüksek kırmızılık (8.17) ve sarılık (15.85) değeri Ordu-Zonguldak tarafından toplanan kestane propolisinde belirlenmiştir. Propolislerin toplandığı bitkiler renk değerlerinde değişim meydana getirmiştir. Antalya-Adana illerinden toplanan çiçek propolisi diğer propolislere göre daha yüksek L değerine (45.25) sahip olmuştur. Kırmızılık değeri 2.67-8.17 arasında değişmiş, sarılık değeri ise 6.07-15.85 arasında değişmiştir.

Farklı araştırıcılar tarafından incelenen propolis örnekleri ile çalışmada kullanılan propolis örnekleri arasında benzerlik tespit edilmiştir. Brezilya'dan toplanan altı farklı propolis numunesinde Cunha vd. (2004) tarafından yapılan analizde kuru madde içeriği %90.6-95.4, kül %2.55-4.59 arasında değişmektedir. Çalışmada kullanılan propolis örneklerinin toplam kül içeriği %1.28-2.40 arasında değişmiştir.

Engür (2007) tarafından Kayseri'den toplanan propolislerin kül içeriği %1.59-3.96 ve mum içeriği %3.01-30.14 arasında değiştiği bildirilmiştir. Propolis ve özütlerinin kalite parametrelerinin belirlenebilmesi amacıyla Keskin (2018) tarafından yapılan farklı propolislerde kuru madde miktarının %88.42-98.86 arasında, balsam miktarının %23.6-71.1 arasında değiştiği bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada farklı özelliklerdeki propolislerin mum değeri %22.44-25.22 arasında değişmiştir. Bu değerler yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Farklı kaynaklardan temin ettiğimiz propolislerde Fe, Mg ve K miktarı belirlenmiştir. Yapılan analizde en yüksek Fe içeriğine sahip propolisin kestane propolisi (11.51 mg/l) olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan propolislerin Fe değeri 3.07-11.51, Mg değeri 1.92-2.38 ve K değeri 0.24-3.38 arasında değişiklik göstermiştir. Soos vd. (2019) tarafından ham propolis örneklerinde yapılan mineral madde analizinde demir, magnezyum ve potasyum değerleri sırasıyla 0.258 g/l, 3.80 g/l ve 37 g/l olarak belirlenmiştir. Araştırıcıların alkollü ekstraklarda yaptıkları analizde ise yine sırasıyla 0,786 g/l Fe, 28 g/l Mg ve 89.6 g/l K belirlendiği bildirilmiştir. Araştırıcılar bir hafta süreyle ekstraksiyona bıraktıkları propolis örneklerinde ise belirtilen mineral madde miktarlarını alkolsüz propolis ekstraktlarında sırasıyla 0.058, 12.8 ve 74.1 alkollü

propolis ekstraktlarında ise sırasıyla 0.770, 6.90 ve 81.9 olarak belirlemişlerdir. Araştırıcıların sonuçları ile farklı kaynaklardan elde ettiğimiz propolislerin mineral madde oranları karşılaştırıldığında Fe değerinin yüksek, Mg ve K değerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Soos vd. (2019) tarafından da belirtildiği gibi propolisin mineral bileşimi propolisin toplandığı coğrafi bölgeye bağlı olarak değişmektedir. Araştırıcıların sonuçları ve farklı kaynaklardan elde edilen propolislerin incelendiği bu çalışmada bulunan değerlerdeki farklılıklar ise mineral maddelerin farklı çözücüler iyi çözünerek tentüre geçmesinden kaynaklanmıştır. Araştırıcılar süreye bağlı olarak da propolislerin ekstraktlarını üretmişler ve ekstratlarda mineral madde geçişinin bir haftadan sonra değişmediğini bildirmişlerdir.

Farklı kaynaklardan elde edilen propolislerin HPLC'de fenolik bileşen miktarı belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Çam, kestane ve çiçek propolislerinin fenolik bileşen değerleri

Özellikler	Çam	Kestane	Çiçek
Kafeik asit (µg/g)	$3798.4^{b}\pm0.51$	$2188.47^{c}\pm0.46$	$7869.93^{a}\pm0.81$
p-kumarik asit (µg/g)	$1727.8^{a}\pm0.17$	$398.6^{c}\pm0.34$	$1521.47^{b}\pm0.46$
Ferulik asit (µg/g)	$1162.73^{a}\pm0.13$	$677.67^{b}\pm0.17$	$411.53^{c}\pm0.23$

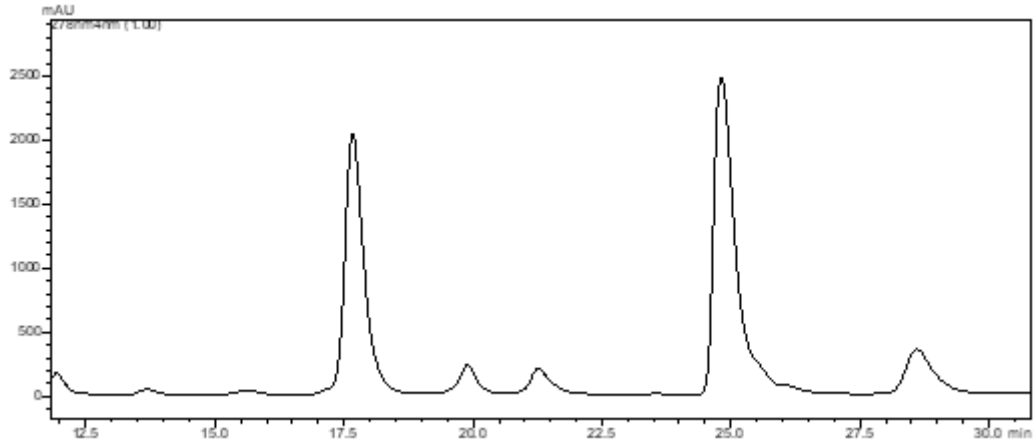
*Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p<0.05$).

Ferulik asit, p-kumarik asit ve kafeik asit insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olan fenolik maddelerdir. Yapılan çalışmalarda ferulik asitin antidiyabetik, sinir sitemi koruyucusu, kardiyoprotektif, ağrı kesici, yaşlanma önleyici, radioprotektif, hepatoprotektif (Sirinivasan vd., 2006), antibakteriyel (Borges vd., 2013); p-kumarik asidin antibakteriyel, ağrıkesici (Banskota vd., 2001; De Barros vd., 2008) ve kafeik asitin ağrıkesici (De Barros vd., 2008), antitümoral (Chung vd., 2004) etkileri belirlenmiştir. Bu bileşenlerin insan sağlığı üzerine etkisi nedeniyle propolisin içeriğinde yüksek miktarda bulunması önem taşımaktadır. Çalışmada kullanılan propolislerden en yüksek kafeik asit miktarı çiçek propolisinde (7869.93 µg/g), p-kumarik asit (1727.8 µg/g) ve ferulik asit (1162.73 µg/g) miktarı ise çam propolisinde olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan propolislerin kafeik asit miktarları 2188.47-7869.93 µg/g arasında değişmiştir. En yüksek kafeik asit Adana-Antalya illerinden toplanan çiçek propolisinde belirlenmiştir. p-kumarik asit değeri ise 398.6-

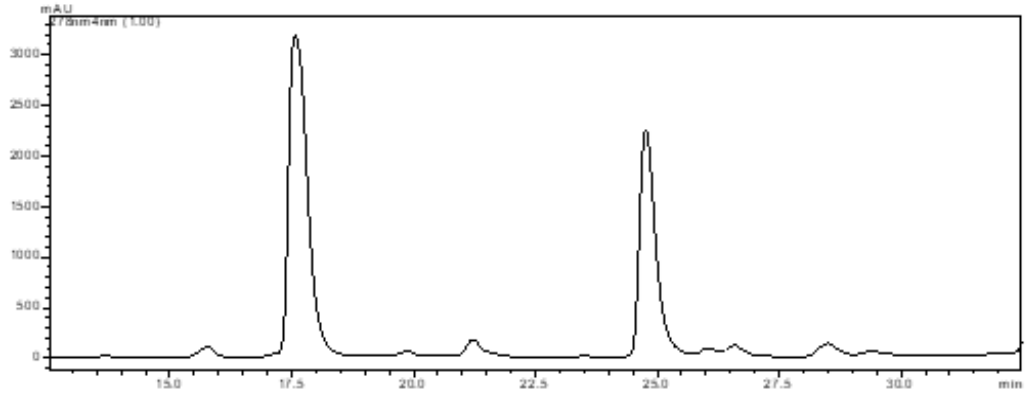
1727.8 µg/g arasında değişmiştir. En düşük p-kumarik asit değeri Ordu-Zonguldak illerinden toplanan kestane propolisinde belirlenirken en yüksek değer Aydın-Muğla illerinden toplanan çam propolisinde belirlenmiştir. Ferulik asit değeri ise 411.53-1162.53 µg/g arasında değişmiş olup en yüksek değer yine Aydın-Muğla illerinden toplanan çam propolisinde belirlenmiştir. Propolislerin fenolik madde değerleri arasındaki bu farklılık toplandığı bitkinin türüne, toplayan arının cinsine bağlı olarak değişim göstermiştir. Bu açıdan incelendiğinde çam propolisi p-kumarik ve ferulik asit bakımından daha yüksek içeriğe sahipken, çiçek propolisi kafeik asit bakımından daha yüksek içeriğe sahiptir.

Brezilya propolisinin verim ve fenolik kompozisyonunun incelenmesi için Cunha vd. (2004) tarafından farklı bölgelerden toplanan altı propolis ve seçilen iki propolisin farklı çözücü konsantrasyonlarındaki fenolik kompozisyonu HPLC'de incelenmiştir. Üç farklı (%30, %50 ve %70) etanol konsantrasyonunda ekstrakte edilen propolislerin kafeik asit içeriği 0.27mg/g-1.10 mg/g arasında, ferulik asit içeriği 0.26 mg/g-2.76 mg/g arasında ve p-kumarik asit içeriği 3.91-22.27 mg/g arasında değiştiği bildirilmiştir. Türkiye'nin farklı illerinden (Bingöl, Rize, Tekirdağ ve Van) toplanan propolislerin fenolik asit kompozisyonunun incelendiği başka çalışmada ise Erdoğan vd. (2010) kafeik asitin 284.43 g/kg-546.66 g/kg; p-kumarik asitin ise 17.14 mg/kg-88.75 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Arılar tarafından farklı bitkilerden toplanan propolislerin fenolik madde kompozisyonundaki değişiklik toplanan bitkinin çeşidine, toplanma zamanına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Farklı kaynaklardan elde edilen çam, çiçek ve kestane propolisinin kafeik, p-kumarik ve ferulik asit değeri Cunha vd. (2004) ve Erdoğan vd. (2010) tarafından yapılan çalışmalarda kullanılan propolislerden daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi propolislerin fenolik madde bileşiminin toplandığı bitkiye, toplandığı döneme ve arı çeşidine göre değişiklik göstermesidir.

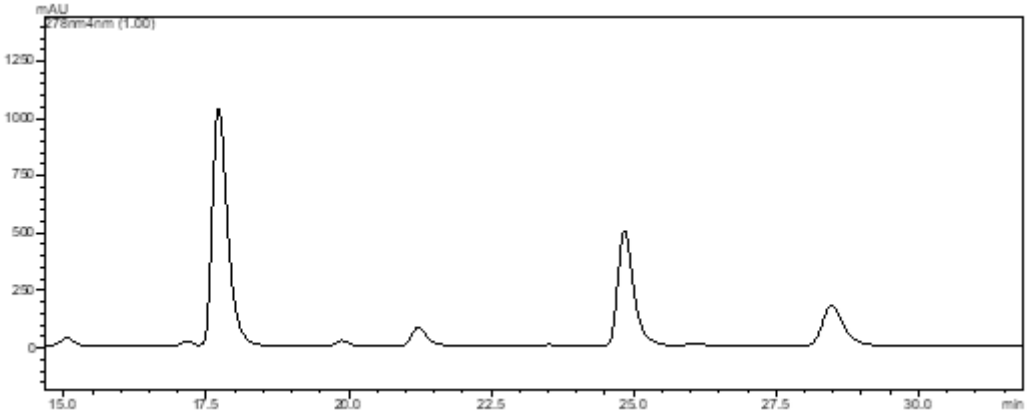
Çam, kestane ve çiçek propolislerinin ferulik asit, p-kumarik asit, kafeik asit sonuçlarına ait kromotogramlar Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'te verilmiştir.



Şekil 4. 1. Çam propolisine ait kromotogram



Şekil 4. 2. Çiçek propolisine ait kromotogram



Şekil 4. 3. Kestane propolisine ait kromotogram

Farklı özelliklerdeki bölgelerden toplanan propolis örneklerinin en yüksek toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve verime sahip olabilmesi için ekstraksiyon koşulları optimize edilmeye çalışılmış ve analizler sonucunda elde edilen veriler yorumlanarak uygun koşullar tespit edilmiştir. Ekstraksiyon koşullarının ANOVA tablosu Çizelge 4.3., Çizelge 4.4. ve Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Model terimleri arasındaki 0.05'ten küçük olan p değerleri önemli kabul edilmiş ve model

uygunsuzluğunun önemsiz olması istenmiştir ($p>0.05$). Ayrıca R^2 değerinin 1'e yakın olması istenir çünkü bu değer 1'e ne kadar yakınsa veri ve model uygunluğunun göstergesi kabul edilmektedir (Hayıt, 2018).

Çizelge 4.3. Her bir yanıt üzerine lineer, quadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren çam propolisi ekstraksiyon koşulları ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Verim (g/100g)		Toplam Fenolik (mg/g GAE)		DPPH (%AA)	
	Kareler toplamı	p-değeri *	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	1191.96	0.0345	32634.75	0.5472	4.34	0.0367
X_1	402.77	0.0091	5417.92	0.2690	0.4812	0.0809
X_2	47.96	0.2922	3013.85	0.4032	0.1062	0.0307
X_3	180.90	0.0562	4059.85	0.3349	1.39	0.0104
X_1X_2	0.0694	0.9671	6309.39	0.2353	0.2731	0.1685
X_1X_3	283.82	0.0221	5832.00	0.2525	0.8188	0.0325
X_2X_3	0.1873	0.9460	672.22	0.6889	0.0309	0.6213
X_1^2	13.38	0.5700	1539.34	0.5467	0.1092	0.3638
X_2^2	23.35	0.4559	220.58	0.8181	0.7056	0.0429
X_3^2	228.17	0.0357	6320.17	0.2349	0.1629	0.2742
Kalıntı	387.96		39554.47		0.8104	
Model Uygunsuzluğu**	316.91	0.0632	33036.52	0.0497	0.6089	0.5106
Saf Hata	71.05		6517.94		0.2015	
Toplam	1579.92		72189.22		5.15	
R^2	0.7544		0.4521		0.8426	

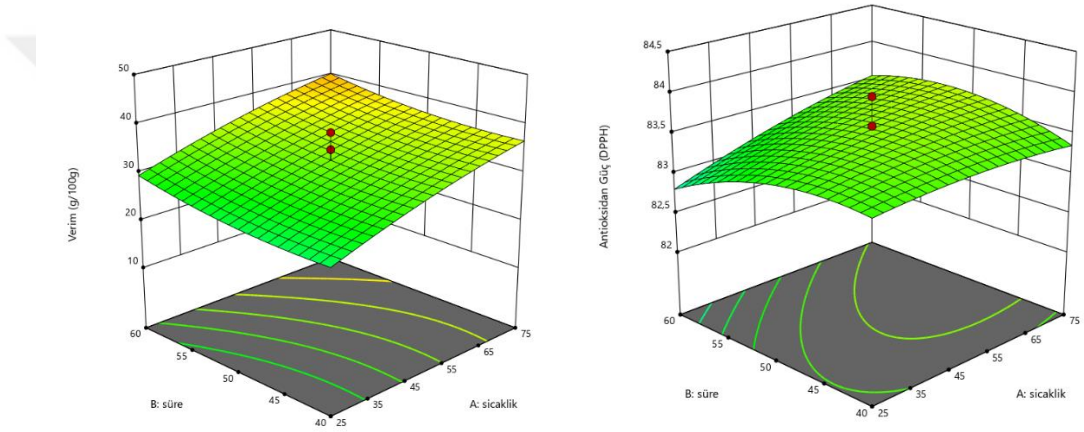
X_1: sıcaklık, X_2: süre, X_3: çözücü konsantrasyonu(su)
*p değeri<0.05 ise önemlidir, Model uygunsuzluğu, p değeri>0.05 ise önemli değildir.

Çam propolisi programın verdiği farklı sıcaklık, süre ve çözücü özelliklerine göre analiz edildiğinde verim, toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktivite sırasıyla 10.56-46.26 g/100g, 231.3-383.3 mg GAE /g ve %82.78-84.43 arasında değişmiştir. Verim sıcaklık ve çözücü konsantrasyonundan önemli derecede etkilenmiştir ($p<0.05$). Propolis genel olarak yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu için sıcaklık süre ve çözücü konsantrasyonunun değişmesi antioksidan aktivitenin geniş bir aralıkta değişmesine neden olmamıştır. Ancak sıcaklık ve çözücü konsantrasyonu antioksidan gücünü önemli derecede etkilemiştir ($p<0.05$). Verim ve antioksidan gücün ekstraksiyon parametreleri üzerine etkisi Şekil 4.4' te verilmiştir. Şekil incelendiğinde verim üzerine sıcaklığın etkisi süreden daha fazla bulunmuştur.

Bu noktalardaki arzu edilebilirlik değeri 0.754 olarak belirlenmiştir. Program tarafından önerilen koşullarda denemeler yapılmış ve elde edilen veriler programın belirlediği aralıklarda bulunmuştur. Optimizasyon sonucu istatistiksel olarak önemli olan verim ve antioksidan gücün hesaplanmasında kullanılabilecek formüller Formül 4.1. ve Formül 4.2.' de verilmiştir.

$$\text{Verim} = 32.69 + 5.43X_1 + 5.96X_1X_3 \quad (4.1.)$$

$$\text{Antioksidan güç} = 83.64 + 0.1877\,X_1 - 0.0882\,X_2 - 0.3195\,X_3 + 0.1848\,X_1X_2 - 0.3139X_1X_3 + 0.0622\,X_2X_3 - 0.0984X_1^{\,2} - 0.2502X_2^{\,2} + 0.1202X_3^{\,2} \quad (4.2.)$$



Şekil 4.4. Ekstraksiyon parametrelerinin çam propolisi verimi ve antioksidan gücü üzerine etkisi

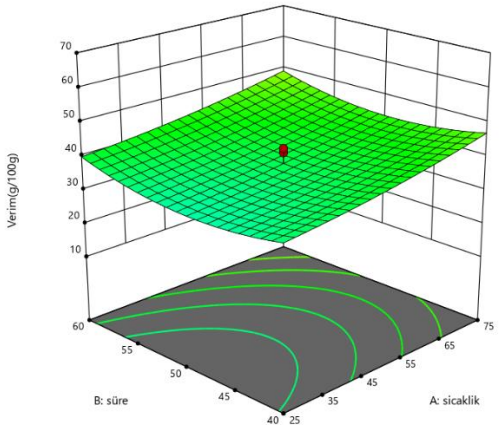
Çizelge 4.4. Her bir yanıt üzerine lineer, quadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren çiçek propolisi ekstraksiyon koşulları ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Verim (g/100g)		Toplam Fenolik (mg/g GAE)		DPPH (%AA)	
	Kareler toplamı	p-değeri*	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	1993.73	0.0109	11096.00	0.9105	2.07	0.6948
X_1	314.57	0.0257	13.74	0.9483	0.0741	0.6440
X_2	23.80	0.4880	333.03	0.7504	0.0749	0.6423
X_3	541.75	0.0064	2658.95	0.3771	0.0442	0.7207
X_1X_2	0.3674	0.9305	342.35	0.7470	0.1005	0.5912
X_1X_3	275.52	0.0343	2346.13	0.4057	1.980E-06	0.9981
X_2X_3	180.68	0.0754	10.13	0.9556	0.2910	0.3674
X_1^2	17.10	0.5553	261.79	0.7777	0.0481	0.7091
X_2^2	249.43	0.0420	4246.98	0.2699	0.4546	0.2654
X_3^2	325.56	0.0238	612.87	0.6667	0.8372	0.1404
Kalıntı	459.20		31130.50		3.27	
Model Uygunsuzluğu	410.57	0.0176	24382.58	0.0924	2.48	0.1159
Saf Hata	48.63		6747.93		0.7841	
Toplam	2452.94		42226.51		5.34	
R^2	0.8128		0.2628		2.07	0.3882

X_1: sıcaklık, X_2: süre, X_3: çözücü konsantrasyonu(su). * Model uygunsuzluğu, p değeri>0.05 ise önemli değildir.

Çiçek propolisinin farklı sıcaklık, süre ve çözücü konsantrasyonuna göre verim, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 17.76-66.28 g/100g, 264.3-447.3 mg/g GAE, %82.02-84.34 arasında değiştiği bulunmuştur. Sıcaklık ve çözücü konsantrasyonu verimde artışa neden olmuştur. Yine etil alkol konsantrasyonunun artmasıyla verimde önemli oranda artış olmuştur ($p<0.05$). Çiçek propolisinin ekstraksiyonunda ekstraksiyon parametrelerinden toplam fenolik madde ve antioksidan güç istatistiksel olarak önemsiz çıkarken ($p>0.05$), verim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu noktalardaki arzu edilebilirlik değeri 0.522 olarak belirlenmiştir. Verimin ekstraksiyondaki etkisi Şekil 4.5.'te verilmiştir. Verimin hesaplanmasında kullanılacak formül ise Formül 4.3.'te verilmiştir.

$$Verim=38.07+4.80X_1+6.30X_3+5.87\ X_1X_3 \quad (4.\ 3.)$$



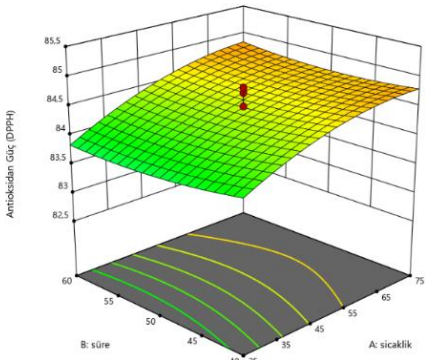
Şekil 4.5. Ekstraksiyon parametrelerinin çiçek propolisi verimi üzerine etkisi

Çizelge 4.5. Her bir yanıt üzerine lineer, quadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren kestane propolisi ekstraksiyon koşulları ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Verim (g/100g)		Toplam Fenolik (mg/g GAE)		DPPH (%AA)	
	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	2170.11	0.0922	7117.56	0.8850	7.22	0.0094
X_1	50.43	0.4929	1786.81	0.3432	2.68	0.0021
X_2	251.17	0.1433	22.77	0.9128	0.0176	0.7464
X_3	190.81	0.1963	15.75	0.9274	1.17	0.0221
X_1X_2	518.21	0.0457	435.13	0.6340	0.0253	0.6985
X_1X_3	0.3104	0.9566	1891.12	0.3301	2.23	0.0039
X_2X_3	11.67	0.7392	435.12	0.6340	0.0253	0.6985
X_1^2	325.02	0.1009	1677.73	0.3577	0.6170	0.0774
X_2^2	1.03	0.9209	663.00	0.5579	0.1346	0.3798
X_3^2	907.86	0.0129	640.16	0.5647	0.2164	0.2709
Kalıntı	995.55		18046.14		1.59	
Model Uygunsuzluğu	785.13	0.0874	13829.66	0.1092	0.5207	0.7768
Saf Hata	210.43		4216.48		1.07	
Toplam	3165.67		25163.70		8.81	
R^2	0.6855		0.2829		0.8191	

X_1: sıcaklık, X_2: süre, X_3: çözücü konsantrasyonu(su)

*p değeri<0.05 ise önemlidir, Model uygunsuzluğu, p değeri>0.05 ise önemli değildir.



Şekil 4.6. Ekstraksiyon parametrelerinin kestane propolisinin antioksidan gücü üzerine etkisi

Kestane propolisinin farklı ekstraksiyon koşullarına göre verim, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değişimi sırasıyla 15.13-61.43 g/100g, 164.96-297.63 mg GAE/g, %82.78-85.20 arasında değiştiği bulunmuştur. Sıcaklık ve sürenin artması antioksidan aktivitenin artmasına neden olmuştur. Kestane propolisinin ekstraksiyonunda ekstraksiyon parametrelerinden antioksidan güç istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.005$). Antioksidan gücün ekstraksiyondaki etkisi Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekilde görüleceği gibi sıcaklık süreye göre daha hızlı bir değişim göstermiş ve sıcaklığın etkisi süreye göre daha fazla bulunmuştur. Optimizasyon sonuçlarının değerlendirilmesi ile uygun ekstraksiyon parametreleri seçilmiş ve ekstraktların özellikleri belirlenmiştir. Antioksidan gücün hesaplanmasında kullanılabilecek formül ise Formül 4.4.'te verilmiştir. Kestane propolisi için belirtilen koşullardaki arzu edilebilirlik değeri 0.722 olarak belirlenmiştir.

$$DPPH=84.49241+0.44.30X_1+0.2923X_3-0.5278\ X_1X_3 \quad (4.4.)$$

4.1.2. Mikroenkapsülasyon kaplama oranının belirlenmesi

Mikroenkapsülasyon işlemi için %10 kaplama konsantrasyonuna karar verildikten sonra kaplama maddelerinin ve çekirdek oranlarının denemeleri yapılmıştır. Çiçek ve kestane propolislerinde çekirdek/kaplama oranı 1/3 olarak belirlenirken, çam propolisinde bu oran 1/4 olarak belirlenmiştir. Kaplama materyali olarak maltodekstrin/gam arabik ve β-siklodekstrin/gam arabik karışımları seçilmiştir. Maltodekstrinin ucuz ve kaplama işlemlerinde yaygın kullanılabilir olması, β-siklodekstrinin kötü kokuları iyi bir şekilde maskelemesi ve gam arabik emülsiye edici

özelliği nedeniyle çalışmada avantaj sağlayacağı düşülmüş ve bu nedenle kaplama materyali olarak tercih edilmiştir. Seçilen bu kaplama materyallerinin oranlarının tespiti için optimizasyon işlemi yapılmış ve sonuçları içeren ANOVA tablosu çizelgelerde verilmiştir.

Maltodekstrin/gam arabik uygun karışımının belirlenebilmesi amacıyla mikroenkapsüllerde hapsetme etkinliği, carr indeksi, toplam fenolik madde miktarı gibi analizler yapılmış ve çam propolisi, çiçek propolisi ve kestane propolisi mikroenkapsüllerinin ANOVA tablosu sırasıyla Çizelge 4.6., Çizelge 4.7. ve Çizelge 4.8.' de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren Maltodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen çam propolisinin ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Etkinlik (%)		Toplam Fenolik Madde (mg/g GAE)		Çözünürlük (%)		Carr İndeksi		Hapsetme Etkinliği (%)	
	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	2767.82	0.0064	14205.48	0.0205	2.75	0.2423	5.51	0.5046	2285.47	0.0222
X1X2	34.37	0.4235			0.26	0.4776			327.95	0.09846
X1X2(X1-X2)	1315.16	0.0053			2.47	0.0756			1229.91	0.01420
Kalıntı	173.39		8736.51		1.73		65.64		71.23	
Model Uygunsuzluğu	64.72	0.2736	5258.67	0.3711	0.093	0.7072	56.71	0.0816	74.34	0.3791
Saf Hata	108.67		3477.83		1.64		8.92		70.20	
Toplam	2941.21		22942		4.48		71.15		327.95	
R^2	0.941		0.619		0.6122		0.0774		0.8891	

X_1:Maltodekstrin, X_2:Gam arabik, *p değeri<0.05 ise önemlidir, Model uygunsuzluğu, p değeri>0.05 ise önemli değildir.

Çam propolisinin ekstraktı maltodekstrin ve gam arabik kullanılarak mikroenkapsüle edilmiştir (MGÇ). Elde edilen mikroenkapsül parametrelerinin etkinlik, toplam fenolik madde ve hapsetme etkinliği üzerine istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu değerlere ait hesaplamalarda kullanılabilecek formüller Formül 4.5, Formül 4.6, ve Formül 4.7'de verilmiştir.

$$\text{Etkinlik} = 60.28\ X_1 + 12.69\ X_2 + 18.58\ X_1\ X_2 - 290.18\ X_1\ X_2\ (X_1 - X_2) \quad (4.5.)$$

$$\text{Toplam Fenolik Madde} = 422.12\ X_1 + 309{,}774\ X_2 \quad (4.6.)$$

Hapsetme Etkinliği=52.03 X_1+14.91 X_2+57.38 X_1 X_2-280,56 X_1 X_2 (X_1- X_2) (4.7.)

Çiçek propolisinin maltodekstrin ve gam arabik kullanılarak mikroenkapsüle (MGÇÇ) edilmesinde etkinlik ve toplam fenolik madde değerlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Çiçek propolisine ait hesaplamalarda kullanılacak formüller Formül 4.9 ve Formül 4.9'da verilmiştir.

Etkinlik =62.57 X_1+24.98 X_2 (4.8)

Toplam Fenolik Madde=299.26 X_1+130.37 X_2-192.89 X_1 X_2 (4.9)

Çizelge 4.7. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren Maltodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen çiçek propolisinin ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Etkinlik (%)		Toplam Fenolik Madde (mg GAE /g)		Çözünürlük (%)		Carr İndeksi		Hapsetme Etkinliği (%)	
	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	1589.31	0.0005	84881.14	0.0001	1.79	0.2274	39.63	0.2809	25.70	0.6604
X1X2			15192.26	0.0022	1.77	0.1020	11.53	0.3716	24.51	0.3960
X1X2(X1-X2)										
Kalıntı	215.69		2279.07		2.21		59.88		142.34	
Model Uygunsuzluğu	123.40	0.4084	1537.9	0.1855	1.21	0.3061	22.38	0.4956	59.94	0.4404
Saf Hata	92.28		741.17		1.00		37.50		82.40	
Toplam	1805.00		87160.21		4.00		99.51		168.05	
R^2	0.8805		0.9739		0.4470		0.3982		0.1529	

X_1:Maltodekstrin, X_2:Gam arabik, *p değeri<0.05 ise önemlidir, Model uygunsuzluğu, p değeri>0.05 ise önemli değildir.

Kestane propolisinin maltodekstrin ve gam arabik ile mikroenkapsüle (MGK) edilmesinde toplam fenolik madde, carr indeksi ve hapsetme etkinliklerinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş (Çizelge 4.8.) ve model formülünde kullanılacak eşitlikler Formül 4.10, Formül 4.11 ve Formül 4.12'de verilmiştir.

Toplam Fenolik Madde=466.6X_1+363.65X_2-242.35X_1X_2-502.22X_1 X_2(X_1-X_2)(4.10.)

Carr indeksi=11.23 X_1+9.21 X_2+8.89 X_1 X_2+28.27 X_1 X_2 (X_1- X_2) (4.11.)

Hapsetme Etkinliği=53.22 X_1+75.65X_2 (4.12.)

Çizelge 4.8. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren Maltodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen kestane propolisinin ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Etkinlik (%)		Toplam Fenolik Madde (mg GAE /g)		Çözünürlük (%)		Carr İndeksi		Hapsetme Etkinliği (%)	
	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	742.54	0.5258	17369.77	0.0391	0.0435	0.8156	31.88	0.0263	566.20	0.0141
X1X2	10.84	0.8545	5850.55	0.0496			7.88	0.0551		
X1X2(X1-X2)	377.15	0.3132	3941.04	0.0844			12.48	0.0279		
Kalıntı	1135.24		3022.87		4.40		4.38		289.63	
Model Uygunsuzluğu	142.57	0.5584	29.82	0.8737	1.49	0.5135	0.15	0.7596	106.77	0.6653
Saf Hata	992.66		2993.05		2.90		4.22		182.85	
Toplam	1877.78		20392.65		4.44		36.26		855.83	
R^2	0.3954		0.8518		0.0098		0.8791		0.6616	

X_1:Maltodekstrin, X_2:Gam arabik, *p değeri<0.05 ise önemlidir, Model uygunsuzluğu, p değeri>0.05 ise önemli değildir

β-Siklodekstrin/gam arabik uygun karışımının belirlenebilmesi amacıyla mikroenkapsüllerde hapsetme etkinliği, carr indeksi, toplam fenolik madde miktarı gibi analizler yapılmış ve çam propolisi, çiçek propolisi ve kestane propolisi mikroenkapsüllerinin ANOVA tablosu sırasıyla Çizelge 4.9., Çizelge 4.10. ve Çizelge 4.11.' de verilmiştir.

Çam propolisinin β-siklodekstrin ve gam arabik ile mikroenkapsüle (β-SGÇ) edilmesinde toplam fenolik madde, carr indeksi, etkinlik, hausner oranı ve hapsetme etkinliklerinin model değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş (Çizelge 4.9.) ve model formülünde kullanılacak eşitlikler Formül 4.13 Formül 4.14, Formül 4.15, Formül 4.16 ve Formül 4.17'de verilmiştir.

$$\text{Etkinlik}=9.59\ X_1+51.59\ X_2 \quad (4.13.)$$

$$\text{Toplam Fenolik Madde}=491.02\ X_1+293.61\ X_2+347.71\ X_1\ X_2 \quad (4.14.)$$

$$\text{Carr indeksi}=8.14\ X_1+10.97\ X_2+17.76\ X_1\ X_2-44.94\ X_1\ X_2\ (X_1-X_2) \quad (4.15.)$$

$$\text{Hapsetme Etkinliği}=2.76\ X_1+60.05\ X_2 \quad (4.16.)$$

$$\text{Hausner oranı}=1.09\ X_1+1.12\ X_2+0.2330\ X_1\ X_2--0.6003\ X_1\ X_2\ (X_1-X_2) \quad (4.17.)$$

Çizelge 4.9. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren β-Siklodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen çam propolisinin ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Etkinlik (%)		Toplam Fenolik Madde (mg GAE /g)		Çözünürlük (%)		Carr İndeksi		Hapsetme Etkinliği (%)		Hausner Oranı	
	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	1984.32	0.0062	55884.06	0.0012	21.20	0.1780	87.85	0.0453	3691.97	0.0002	0.0151	0.0471
X1X2			12043.16	0.0122			31.40	0.0518			0.0054	0.0533
X1X2(X1-X2)							31.55	0.0514			0.0056	0.0504
Kalıntı	699.50		4100.77		54.67		16.71		326.15		0.0029	
Model Uygunsuzluğu	338.01	0.5214	2111.71	0.3378	14.68	0.7838	0.11	0.8929	125.62	0.6448	4.01E-06	0.9529
Saf Hata	361.48		1989.055		39.99		16.59		200.52		0.0029	
Toplam	2683.82		59984.83		75.87		104.55		4018.11		0.018	
R^2	0.7394				0.2794		0.8402		0.9188		0.8369	

X_1:β-Siklodekstrin, X_2:Gam arabik, *p değeri<0.05 ise önemlidir, Model uygunsuzluğu, p değeri>0.05 ise önemli değildir

Çizelge 4.10. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren β-Siklodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen çiçek propolisinin ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Etkinlik (%)		Toplam Fenolik Madde (mg GAE /g)		Çözünürlük (%)		Carr İndeksi		Hapsetme Etkinliği (%)		Hausner Oranı	
	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	2606.33	0.0010	41966.43.72	0.0008	0.0447	0.8996	163.75	0.0068	6015.78	$6.89E^{-05}$	0.0182	0.0221
X1X2	85.47		2859.71				56.20	0.02133	662.57	0.0041	0.0065	0.0529
X1X2(X1-X2)												
Kalıntı	172.47		2627.54		15.47		25.71		133.12		0.0050	
Model Uygunsuzluğu	1.27	0.9889	152.30	0.9143	5.09	0.4915	18.48	0.1490	31.93	0.6627	0.003	0.1527
Saf Hata	171.20		2475.23		10.37		7.22		101.19		0.001	
Toplam	2778.81		2475.24		15.517		56.20		6148.90		0.023	
R^2	0.9379		0.9411		0.0029		0.8643		0.9783		0.7825	

X_1: β-Siklodekstrin, X_2:Gam arabik, *p değeri<0.05 ise önemlidir, Model uygunsuzluğu, p değeri>0.05 ise önemli değildir

Çiçek propolisinin β-siklodekstrin ve gam arabik ile mikroenkapsüle (β-SGÇÇ) edilmesinde toplam fenolik madde, carr indeksi, etkinlik, hausner oranı ve hapsetme etkinliklerinin model değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş (Çizelge 4.10) ve model formülünde kullanılacak eşitlikler Formül 4.18. Formül 4.19, Formül 4.20, Formül 4.21 ve Formül 4.22'de verilmiştir.

$$\text{Etkinlik}=7.18X_1+54.52X_2-29.29\ X_1\ X_2 \quad (4.18)$$

$$\text{Toplam Fenolik Madde}=444.31\ X_1+257.86\ X_2+169.44X_1\ X_2 \quad (4.19)$$

$$\text{Carr indeksi}=4.54\ X_1+14.31\ X_2+23.75X_1\ X_2 \quad (4.20)$$

$$\text{Hapsetme Etkinliği}=6.72\ X_1+75.70\ X_2-81{,}56\ X_1\ X_2 \quad (4.21)$$

$$\text{Hausner oranı}=1.07\ X_1+1.17\ X_2+0.2547\ X_1\ X_2 \quad (4.22)$$

Kestane propolisinin β-siklodekstrin ve gam arabik ile mikroenkapsüle (β-SGK) edilmesinde ise toplam fenolik madde, carr indeksi, etkinlik, hausner oranı ve hapsetme etkinliklerinin model değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş (Çizelge 4.11.) ve model formülünde kullanılacak eşitlikler Formül 4.23 Formül 4.24, Formül 4.25 ve Formül 4.26'da verilmiştir.

$$\text{Etkinlik}=12.55\ X_1+97.46X_2-22.45\ X_1\ X_2 \quad (4.23)$$

$$\text{Toplam Fenolik Madde}=466.89\ X_1+323.67\ X_2+82.33\ X_1\ X_2 \quad (4.24)$$

$$\text{Carr indeksi}=6.11\ X_1+20.08\ X_2-19.15\ X_1\ X_2 \quad (4.25)$$

$$\text{Hapsetme Etkinliği}=6.33\ X_1+68.91\ X_2-39.20\ X_1\ X_2 \quad (4.26)$$

Alınan bu sonuçlara göre yapılan optimizasyon işlemi ile mikroenkapsülasyon için maltodekstrin gam arabik kombinasyonunun çiçek propolisinde (%100 maltodekstin), kestane propolisinde (%16 maltodekstrin-84 gam arabik), çam propolisinde (%95maltodekstrin-5 gam arabik); β-siklodekstrin gam arabik kombinasyonunun çiçek propolisinde (%81 β-siklodekstrin -19 gam arabik), kestane propolisinde (%26 β-siklodekstrin -75 gam arabik) ve çam propolisinde (%66 β-siklodekstrin -34 gam arabik) kullanımının optimum noktalar olduğu belirlenmiştir.

Her iki noktanın arzu edilebilirlik (desirability) değerleri Design Expert programı ile sırasıyla maltodekstrin gam arabik kombinasyonunda 0.680, 0.578 ve 0.617; β-siklodekstin gam arabik kombinasyonunda 0.465,0.555 ve 0.475 olarak belirlenmiştir. Bu optimum noktalarda her üç propolis ekstraktı farklı kaplama materyaller oranı ile mikroenkapsüle edilerek analizleri yapılmıştır.

Çizelge 4.11. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren β-Siklodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen kestane propolisinin ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Etkinlik (%)		Toplam Fenolik Madde (mg GAE /g)		Çözünürlük (%)		Carr İndeksi		Hapsetme Etkinliği (%)	
	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	8161.84	0.0009	23751.80	0.0075	6.37	0.4610	256.19	0.0005	4558.66	0.0006
X1X2	50.19		675.12				36.51	0.0130	153.08	
X1X2(X1-X2)										
Kalıntı	1255.46		3898.94		61.62		12.83		252.38	
Model Uygunsuzluğu	427.80	0.5353	744.61	0.7277	10.78	0.8825	12.00	0.0164	128.78	0.3427
Saf Hata	827.66		3154.33		50.83		0.82		123.60	
Toplam	9417.30		27650.75		67.99		269.02		4811.04	
R^2	0.8667		0.8590		0.0937		0.9523		0.9475	

X_1: β-Siklodekstrin, X_2:Gam arabik, *p değeri<0.05 ise önemlidir, Model uygunsuzluğu, p değeri>0.05 ise önemli değildir.

4.1.3. Top keklerin pişirme koşullarının belirlenmesi

Top keklerin pişirilmesinde kullanılacak uygun sıcaklık ve sürenin belirlenebilmesi için Design Expert Merkezi Kompozit tasarımına farklı sıcaklık ve süre değerleri girilerek elde edilen deneme planına göre kek üretimleri yapılmış ve belirlenen bu iki noktaya göre arzu edilebilirlik değeri 0.791 olarak belirlenmiştir. Pişirme normlarının ANOVA tablosu Çizelge 4.12'de verilmiştir. Keklerin esnekliği üzerine pişirme sıcaklığı ve süresinin istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.12. Her bir yanıt üzerine lineer, kuadratik ve interaksiyon terimlerinin bireysel olarak etkisini gösteren pişirme normlarına ait ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Simetri İndeksi (mm)		Büzülme (mm)		Toplam Hacim İndeksi (mm)		Esneklik (g/sn)	
	Kareler toplamı	p-değeri **	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri	Kareler toplamı	p-değeri
Model	36.19	0.0202	6.26	0.0491	223.54	0.0063	457.78	< 0.0001
X_1*	15.80	0.0252	0.0278	0.8250	152.16	0.0028	67.01	< 0.0001
X_2	3.02	0.2709	4.45	0.0181	22.38	0.1533	354.38	< 0.0001
X_1X_2	17.36	0.0204	1.78	0.1018	49.00	0.0464	19.88	0.0027
X_1^2			4.82				3.67	0.0916
X_2^2			2.02				14.46	0.0061
Kalıntı	19.78		2.80		82.82		6.73	
Model Uygunsuzluğu***	10.31	0.5688	11.08	0.7209	10.37	0.9823	2.41	0.5793
Saf Hata	9.47		6.26		72.44		4.32	
Toplam	55.97		0.0278		306.36		464.52	
R^2	36.19		0.5647		0.7297		0.9855	

*X_1: Pişirme sıcaklığı; X_2: Pişirme Süresi, ***p* değeri<0.05 ise önemlidir (α=0.05).
***Model uygunsuzluğu değeri, p değeri >0.05 ise önemli değildir.

Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirme uygulanan top keklerin ağırlık, kek hacmi, pişme kaybı ve nem değeri özellikleri Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı sıcaklık ve süre normlarına göre üretilen keklerin bazı fiziksel özellikleri

Deneme Sırası	Kek Ağırlığı (g)	Kek Hacmi (ml)	Pişme Kaybı (%)	Nem (%)
1	$29.64^{de}\pm0.16$	$81.00^{cd}\pm1.00$	$15.03^{ef}\pm0.45$	$17.08^{cd}\pm0.94$
2	$28.86^{g}\pm0.11$	$80.00^{de}\pm0.00$	$17.55^{c}\pm0.32$	$15.79^{de}\pm1.18$
3	$31.99^{b}\pm0.14$	$82.75^{b}\pm2.17$	$8.60^{h}\pm0.39$	$20.65^{b}\pm1.67$
4	$27.73^{i}\pm0.11$	$76.25^{f}\pm1.09$	$20.78^{a}\pm0.32$	$12.37^{f}\pm0.19$
5	$30.89^{c}\pm0.11$	$79.50^{e}\pm1.66$	$11.75^{g}\pm0.32$	$18.02^{c}\pm0.27$
6	$27.98^{h}\pm0.13$	$80.00^{de}\pm0.00$	$20.07^{b}\pm0.37$	$14.28^{e}\pm1.79$
7	$29.19^{f}\pm0.16$	$80.00^{de}\pm0.00$	$16.60^{d}\pm0.45$	$15.85^{de}\pm1.46$
8	$29.79^{d}\pm0.18$	$81.50^{c}\pm0.87$	$14.89^{f}\pm0.51$	$17.46^{cd}\pm0.20$
9	$29.62^{e}\pm0.08$	$80.00^{de}\pm0.00$	$15.36^{e}\pm0.23$	$16.52^{cd}\pm0.48$
10	$32.54^{a}\pm0.14$	$80.00^{de}\pm0.00$	$7.03^{i}\pm0.41$	$22.96^{a}\pm1.16$
11	$29.80^{d}\pm0.18$	$80.00^{de}\pm0.00$	$14.85^{f}\pm0.53$	$17.14^{cd}\pm1.41$
12	$29.61^{e}\pm0.14$	$81.50^{c}\pm0.87$	$15.39^{e}\pm0.40$	$16.49^{cd}\pm1.17$
13	$30.78^{c}\pm0.15$	$84.50^{a}\pm1.66$	$12.07^{g}\pm0.42$	$18.31^{c}\pm0.26$

*:Aynı sütunda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4.13 incelendiğinde kek ağırlıklarının 27.98g-32.54g arasında değiştiği, kek hacminin ise 76.25 ml-84.50 ml arasında değiştiği belirlenmiştir. En az pişme kaybı 173.8°C'de 30 dak pişirilen keklerde (%7.03) meydana gelirken en yüksek pişme kaybı 210°C' de 40 dak pişirilen keklerde (%20.78) meydana gelmiştir. Tüketiciler tarafından yüksek hacim değerine sahip kekler daha çok beğenilirken keklerin nem değerinin (TSE, 2008) %20'den fazla olması istenmez. Bu verilere göre 173.8°C'de 30 dak pişirilen kekler standartta belirtilen nem içeriğinden daha yüksek neme sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.14'te farklı sıcaklık ve süre normlarına göre üretilen keklerin tekstürel özellikleri verilmiştir. Üretilen top keklerin ideal sertlik değeri 941.4±72.6 g, esneklik değeri %49.7±0.3 olması gerektiği bildirilmiştir. Bu değerler göz önünde bulundurulduğunda istenen ideal tekstürel özelliklere en yakın keklerin 210°C'de 20 dak pişirilen keklerde olduğu görülmektedir. Bu normlarda pişirilen keklerin sertlik değeri 922.40 g, esneklik değeri ise %42.56 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı sıcaklık ve süre normlarına göre üretilen keklerin tekstürel özellikleri

Deneme sırası	Sertlik(g)	Esneklik(%)
1	$558.96^{def*}\pm34.34$	$46.54^{de}\pm0.94$
2	$699.10^{d}\pm73.79$	$41.45^{f}\pm0.11$
3	$445.50^{f}\pm24.09$	$52.32^{a}\pm0.56$
4	$1715.74^{a}\pm6.80$	$31.71^{h}\pm0.56$
5	$552.47^{def}\pm38.67$	$48.78^{bc}\pm0.41$
6	$1161.07^{b}\pm133.42$	$34.91^{g}\pm2.00$
7	$922.40^{c}\pm119.72$	$42.56^{f}\pm2.36$
8	$567.97^{def}\pm22.33$	$46.35^{de}\pm1.54$
9	$630.87^{de}\pm37.12$	$44.94^{e}\pm0.68$
10	$415.76^{f}\pm33.94$	$52.46^{a}\pm0.81$
11	$484.99^{ef}\pm24.14$	$47.84^{cd}\pm0.50$
12	$513.00^{ef}\pm8.59$	$46.78^{de}\pm0.88$
13	$495.10^{ef}\pm8.27$	$50.38^{b}\pm0.70$

*:Aynı sütunda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Şekil 4.12' de görüleceği üzere yüksek sıcaklık uygulanan keklerin dış renklerinin koyu, düşük sıcaklık ve kısa süre pişirme yapılan keklerin dış renkleri açık renktedir. Aynı şekilde yapılan renk analizinde de keklerin pişirme süre ve sıcaklıklarının keklerin dış ve iç renklerine etkisi Çizelge 4.15'te görülmektedir.



Şekil 4.7. Farklı sıcaklık ve süre normlarına göre pişirilen kekler (Deneme sırası soldan sağa doğru 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13).

Dış rengin en yüksek L değeri pişirme sıcaklıklarının düşük olduğu Deneme 3 ve Deneme 10'da (81.06 ve 79.63) belirlenmiştir. Sıcaklığın etkisiyle meydana gelen maillard reaksiyonu ve karamelizasyon sonucunda oluşan renk maddelerinde L ve b değerinin düşük, a değerinin yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Belirtilen

denemelerde yüksek sıcaklığın uygulandığı Deneme 4 ve Deneme 6'da Çizelge 4.15'te görüleceği gibi L değeri 23.34 ve 28.64 olarak belirlenmiştir. Bu denemelerde top kekin dış renginde meydana gelen reaksiyon iç renk ile kabuk rengi arasında fark oluşmasına neden olmaktadır.

Şekil 4.12. ve Çizelge 4.15'te görüleceği gibi 10 numaralı pişirme denemesine ait olan ve 173.8°C'de 30 dak pişirilen keklerin dış ve iç renklerinin neredeyse birbirine yakın değerlere sahip olduğu ancak Deneme 2, Deneme 4 ve Deneme 6'da renk değerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu veriler göz önünde bulundurularak pişirme sıcaklık ve sürelerinin renk üzerine istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.15. Farklı sıcaklık ve süre normlarına göre üretilen keklerin renk değerleri

Deneme Sırası	Dış			İç		
	L	a	b	L	a	b
1	$40.81^{de*}\pm1.29$	$16.20^{a}\pm0.61$	$18.30^{cd}\pm1.09$	$68.17^{efg}\pm0.23$	$0.56^{c}\pm0.33$	$22.50^{defg}\pm0.20$
2	$29.25^{f}\pm1.22$	$11.07^{ef}\pm0.78$	$10.06^{f}\pm0.92$	$67.49^{fg}\pm1.39$	$1.47^{b}\pm0.24$	$22.25^{efg}\pm0.64$
3	$81.06^{a}\pm1.08$	$1.51^{h}\pm0.16$	$30.71^{a}\pm0.48$	$74.40^{ab}\pm1.59$	$-0.80^{g}\pm0.09$	$24.80^{ab}\pm0.76$
4	$23.34^{g}\pm0.59$	$6.27^{g}\pm0.61$	$4.38^{g}\pm0.62$	$63.53^{h}\pm1.65$	$2.13^{a}\pm0.25$	$21.53^{g}\pm0.26$
5	$63.65^{b}\pm1.45$	$11.79^{e}\pm0.94$	$29.82^{a}\pm0.43$	$71.91^{bcd}\pm2.65$	$0.11^{de}\pm0.26$	$25.44^{a}\pm1.03$
6	$28.64^{f}\pm0.73$	$10.15^{f}\pm0.553$	$9.35^{f}\pm0.63$	$65.75^{gh}\pm1.50$	$2.01^{a}\pm0.23$	$22.03^{fg}\pm0.82$
7	$38.64^{e}\pm1.95$	$14.86^{c}\pm0.74$	$16.78^{e}\pm1.39$	$68.32^{ef}\pm0.55$	$1.55^{b}\pm0.29$	$23.22^{cde}\pm0.09$
8	$42.44^{d}\pm2.75$	$16.18^{a}\pm0.05$	$19.53^{c}\pm0.1.71$	$70.23^{de}\pm1.21$	$0.22^{cde}\pm0.27$	$23.34^{cd}\pm0.39$
9	$40.47^{de}\pm0.76$	$15.89^{ab}\pm0.41$	$18.08^{cde}\pm0.49$	$73.14^{abc}\pm1.96$	$0.34^{cde}\pm0.14$	$24.24^{bc}\pm0.73$
10	$79.63^{a}\pm1.70$	$0.31^{i}\pm0.07$	$28.17^{b}\pm0.30$	$75.07^{a}\pm1.29$	$-1.39^{h}\pm0.07$	$24.25^{bc}\pm0.39$
11	$42.75^{d}\pm0.22$	$15.83^{abc}\pm0.28$	$19.54^{c}\pm0.20$	$71.50^{cd}\pm0.75$	$-0.10^{e}\pm0.11$	$23.30^{cde}\pm0.22$
12	$38.71^{e}\pm1.05$	$15.15^{bc}\pm0.20$	$17.10^{de}\pm0.69$	$70.22^{de}\pm1.12$	$0.40^{cd}\pm0.41$	$23.05^{def}\pm0.55$
13	$57.65^{c}\pm0.67$	$13.65^{d}\pm0.85$	$27.17^{b}\pm0.33$	$72.72^{abcd}\pm0.59$	$-0.55^{g}\pm0.24$	$23.42^{cd}\pm0.51$

*:Aynı sütunda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

4.2. Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Propolis Ekstraktlarının Özellikleri

Yapılan ön denemeler sonrasında belirlenen uygun ekstraksiyon koşulları ile ekstrakte edilen farklı özellikteki propolislerin bazı özellikleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Çiçek, çam ve kestane ekstraktlarının toplam fenolik madde ve antioksidan özellikleri

Propolis çeşidi	Toplam Fenolik Madde (g GAE / kg)	Serbest Radikal Giderim Aktivitesi Değerleri (DPPH) (IC50, µg/ml)	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (mg TEAC/ g propolis)
Çiçek	360.85^{b}±0.01	115.93^{b}±0.02	768.95^{b}±0.07
Çam	388.73^{a}±0.01	103.15^{c}±0.00	824.6^{a}±0.85
Kestane	232.00^{c}±0.07	469.07^{a}±0.66	477.8^{c}±1.69

*:Aynı sütunda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4.16'da yer alan değerler incelendiğinde çam propolisinin en yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Fenolik madde bakımından çam propolisinden sonra yüksek değer çiçek propolisinde belirlenmiştir. Propolislerin HPLC analizlerinde de p- kumarik asit ve ferulik asit bakımından en yüksek değere sahip olan propolis çam propolisidir. Kafeik asit bakımından en yüksek değere sahip olan ise çiçek propolisi olarak belirlenmiştir. Ham madde de yüksek çıkan fenolik bileşen değerinin ekstraksiyonda fenolik madde değerini arttırdığı düşünülmektedir. En düşük fenolik madde değeri ise kestane propolisinde (232 g GAE/kg) belirlenmiştir. Ekstraksiyon üzerine etki eden önemli faktörlerden biri de sıcaklıktır (Bilek, 2010). Çalışmada kullanılan propolislerin ekstraksiyonunda en düşük ekstraksiyon sıcaklığı kestane propolisinde (25°C) kullanılmıştır. Ayrıca propolislerin fenolik kompozisyonunun belirlenmesi için yapılan HPLC analizlerinde en düşük fenolik bileşen içeriği de kestane propolisinde belirlenmiştir. Bu faktörler nedeniyle kestane propolisinin toplam fenolik madde miktarının diğer propolislere oranla daha düşük çıktığı düşünülmektedir.

Propolislerin antioksidan aktiviteleri DPPH inhibisyonu (IC_{50} değeri) ve Troloks eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Her iki antioksidan aktivite değeri birbirine paralel sonuçlar göstermiştir. En yüksek antioksidan aktiviteye çam propolisi sahipken çiçek propolisi çam propolisine yakın bir antioksidan aktivite göstermiştir. Kestane propolisi ise diğer propolislerden düşük bir antioksidan aktiviteye sahip olmuştur. IC_{50} değeri yarısının inhibisyonu için gerekli antioksidan maddeyi ifade ettiğinden bu değerin küçük olması antioksidan aktivitenin yüksek olduğunun göstergesidir. Çam propolisinde DPPH IC_{50} değeri 103.15 µg/ml olarak belirlenmişken Troloks eşdeğeri

824.6 mg TEAC/ g propolis olarak belirlenmiştir. Propolislerin DPPH inhibisyonları 103.15-469.07 µg/ml arasında değişmiştir.

Sonoran (Arizona) propolisinin kimyasal ve biyolojik aktivitesinin üzerine mevsimlerin etkisini inceleyen Valencia vd. (2012) yaz, sonbahar, kış ve ilkbaharda sırasıyla 601.8, 629.6, 532.3 ve 427.9 mg/g fenolik madde belirlemişlerdir. Sonbaharda toplanan propolislerin fenolik madde içeriğinin daha yüksek olduğu ve mevsimlerin toplanan propolislerin fenolik madde içeriğine etki ettiğini bildirmişlerdir.

Aliyazıcıoğlu vd. (2013) tarafından Kastamonu, Eskişehir, Zonguldak, İzmir, Erzurum ve Artvin' in de içinde bulunduğu farklı illerden 10 propolis örneği toplanmış ve toplam fenolik madde miktarının 115.49-210.33 mg GAE/g arasında değiştiği bildirilmiştir.

Türk propolisinin göğüs, prostat ve kolon kanseri hücreleri üzerine sitotoksik etkisinin incelendiği çalışmada Trabzon'dan temin edilen propolisin toplam fenolik madde içeriği 124.6 mg GAE /g olarak bildirilmiştir (Turan vd., 2015).

Brezilya'nın kuzeyinden toplanan kırmızı, yeşil ve kahverengi propolislerin biyoktif bileşenlerinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için yapılan çalışmada propolislerin toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 91.32 mg GAE /g, 90.55 mg GAE/g ve 55.74 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktiviteleri ise DPPH ve $ABTS^{+}$ yönteminde µmol Troloks /g propolis olarak belirlenmiştir. Araştırıcılar en yüksek antioksidan aktiviteye sahip propolisin kırmızı propolis olduğunu bildirmiş ve yapılan iki yöntemde de (DPPH, 4663.80 µmol Troloks /g propolis ve $ABTS^{+}$ 2913.55 µmol Troloks/g propolis) diğer propolislere göre daha yüksek antioksidan aktivite değeri tespit etmişlerdir (Andrade, 2017).

Türkiye'deki dört farklı arı ırkının (*Apis mellifera caucasica, Apis mellifera anatoliaca, Apis mellifera syriaca, and Apis mellifera carnica*) ürettiği propolislerin özelliklerinin incelendiği çalışmada toplam fenolik madde miktarının 11.769-9905 mg GAE/100 g, antioksidan aktivitesinin ise DPPH yönteminde 0.02-0.13 mg/ml olarak bildirilmiştir (Saral vd., 2019).

Farklı çalışmaların incelenmesi sonucunda propolisin fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi üzerine mevsim, arı ırkı, bitki örtüsü gibi faktörlerin etki ettiği ve ekstraksiyon koşullarının da (sıcaklık, çözücü çeşidi ve konsantrasyon vb.) aynı şekilde etkili olduğu anlaşılmıştır. Çalışmada kullanılan çam, kestane ve çiçek propolislerinin farklı fenolik madde miktarına ve antioksidan aktiviteye sahip olmasının bu nedenlere bağlı olduğu düşünülmektedir.

4.3. Bal Tozu ve Mikroenkapsüllerin Özellikleri

4.3.1. Bazı önemli özellikleri

Denemelerde kullanılan farklı özelliklerdeki propolisler iki farklı kaplama materyalinin farklı oranlarda kullanılması ile mikroenkapsüle edilmiştir. Elde edilen mikroenkapsüllerin özellikleri belirlenmiş ve Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Bal tozu ve mikroenkapsüllerin bazı özellikleri

	Uygulama	Çiçek	Çam	Kestane	Uygulamaların ortalaması
Carr İndeksi	MD/GA	4.92±1.08	15.81±2.45	16.93±0.89	12.55^{a}
	β-SD/GA	10.36±0.36	6.67±0.00	7.77±1.32	7.60^{b}
	Bal tozu	5.16±5.15	5.16±5.15	5.16±5.15	5.16^{c}
	Çeşitlerin ortalaması	6.81^{c}	8.55^{b}	9.95^{a}	
Hausner oranı	MD/GA	1.05±0.11	1.19±0.03	1.20±0.01	1.15^{a}
	β-SD/GA	1.12±0.00	1.07±0.00	1.08±0.01	1.09^{b}
	Bal tozu	1.05±0.00	1.05±0.00	1.05±0.00	1.05^{c}
	Çeşitlerin ortalaması	1.07^{b}	1.10^{ab}	1.11^{a}	
Çözünürlük (%)	MD/GA	21.64±0.13	17.52±0.47	18.41±0.99	19.19^{b}
	β-SD/GA	19.70±2.11	15.19±0.51	19.83±0.95	18.24^{c}
	Bal tozu	19.77±0.62	19.77±0.62	19.77±0.62	19.77^{a}
	Çeşitlerin ortalaması	20.37^{a}	17.49^{c}	19.34^{b}	
Protein (%)	MD/GA	1.1±0.0	1.1±1.1	1.8±0.0	1.3^{b}
	β-SD/GA	1.2±0.0	0.9±0.0	1.7±0.9	1.3^{b}
	Bal tozu	2.9±0.1	2.9±0.1	2.9±0.1	2.9^{a}
	Çeşitlerin ortalaması	1.7^{b}	1.6^{c}	2.1^{a}	

*:Aynı sütunda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Tozların akışkanlığı hakkında bilgi edinmek için carr indeksi ve hausner oranı değerleri kullanılmaktadır. Mükemmel akışkanlık için carr indeksinin 10'dan küçük, hausner oranının 1.00-1.11 arasında olması istenir (Başyiğit ve Çam, 2017). Tozların akışkanlığını etkileyen faktörler arasında partikül yapısı ve toz haline getirmek için kullanılan yöntemler yer almaktadır (Pudziuvelyte vd.,2020). Taneciklerin büyüklüğünün artması tozların koheziv özelliklerinin azalmasına ve daha serbest akışa sahip olmasına neden olmaktadır. Yani tanecik boyutunun artması Hausner oranında azalmaya neden olmaktadır (Geldart vd., 2006). Belirtilen iki değer toz ürünlerin paketleme ve taşınmasında önemli kriterlerdir.

Bal tozunun carr indeksi 5.16 ve hausner oranı 1.05; MGÇÇ'de carr indeksi ise 4.92 ve hausner oranı 1.05'tir. Bu iki toz ürün akışkanlık bakımından mükemmel değerlere sahip olmasına rağmen MGK en yüksek carr indeksi (16.93) ve hausner oranına sahiptir (1.20). Carr indeksinin 16-20; hausner oranının 1.19-1.25 arasında olması ise orta değerde akışkanlık özelliğine sahip olduğunu gösterir (Başyiğit ve Çam, 2017). Uygulamalar arasında β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile yapılan kaplamaların daha ideal carr indeks ve hausner oranına sahip olduğu, belirlenirken propolis çeşitleri arasında carr indeksinin 6.81-9.95 arasında değiştiği belirlenmiştir. Carr indeksi ve hausner oranı bakımından kullanılan propolislerin hemen hemen hepsi mükemmel akışkanlığa sahiptir.

MGÇÇ'nin mükemmel akışkanlığa sahip olduğu belirlenirken β-SGÇÇ akışkanlık özelliği iyi olarak değerlendirilmektedir. Kestane propolisinin mikroenkapsülasyonunda ise çiçek propolisinin aksine β-Siklodekstrin/gam arabik karışımının kullanılması akışkanlığın mükemmel olmasına neden olmuştur. Oluşan bu farklılığın mikroenkapsülasyon sırasında uygulanan düşük sıcaklıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Gam arabik ve β-Siklodekstrin'in suda çözünmesi maltodekstrine oranla daha zor olması nedeniyle donma sıcaklığının farklılaşması oluşan partiküllerin boyutlarında değişiklikler meydana getirdiği ve bu değişimin akışkanlığı olumsuz etkilediği düşünülmektedir.

Brezilya yeşil propolisinin üretiminde arıların kaynak olarak kullandığı *Baccharis dracunculifolia* bitkisinin ekstraksiyonu yapıldıktan sonra D-mannitol ve modifiye

mısır nişastası kullanılarak sprey dondurucuda mikroenkapsüle edilmiş ve akışkanlık özellikleri incelenmiştir. Modifiye mısır nişastası ve iki kaplama materyalinin kombinasyonu kullanılarak elde edilen tozların mükemmel akışkanlığa sahip olduğu, D-mannitolün ise kısmen daha yüksek carr indeksi ve hausner oranına sahip olduğu bildirilmiştir (Kaleem vd. 2020).

Yapılan çalışmada en yüksek çözünürlük MGÇÇ'de belirlenmiştir (%21.64). β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen mikroenkapsüllerin çözünürlüğü maltodekstin/gam arabik kominasyonu ile elde edilen mikroenkapsüllerden ve bal tozundan daha düşüktür. β-Siklodekstrin suda diğer kaplama materyallerinden daha az çözündüğünden bu sonuç beklenen bir sonuçtur. Mikroenkapsüller ve bal tozunun suda çözünebilme değeri %15.19-21.64 arasında değişmiş ve propolis çeşitleri arasında en düşük çözünürlüğe sahip olan propolis mikroenkapsülünün çam mikroenkapsülü olduğu belirlenmiştir. Gıda tozlarının yapısının incelendiği çalışmada pH, protein miktarı ve sıcaklığın çözünürlüğü etkilediği bildirilmiştir (Chen ve Özkan, 2007). Toz ürünlerin elde edilmesinde kullanılan sıcaklığın, tozların çözünürlüğünü etkilediği bildirilmiştir (Koç vd., 2014, Atalar, 2018). Çam, kestane ve çiçek propolisinin mikroenkapsülasyonunda farklı oranlarda kullanılan gam arabik mikroenkapsüllerin protein oranını değiştirmiş ve çözünürlük değerleri arasında meydana gelen farklılık bu nedenle ortaya çıkmıştır.

Elsholtzia ciliata bitkisinin ekstraktları Pudziuvelyte vd. (2020) tarafından maltodekstrin, β-siklodekstrin, gam arabik, sodyum kazeinat, süt tozu gibi farklı kaplama materyalleri kullanılarak dondurarak kurutma metodu ile mikroenkapsüle edilmiş ve en yüksek çözünürlüğün tek başına kullanılan β-siklodekstrin ve gam arabikte gözlendiği bildirilmiştir. Tek başına maltodekstrin kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerin gam arabik ile kombine edilerek üretilen mikroenkapsüllere göre daha yüksek çözünürlüğe sahip olduğu belirtilmiştir. Aynı şekilde carr indeksi ve hausner oranı bakımından da tek başına kullanılan kaplama materyallerinin kombine edilerek kullanılanlara göre daha iyi akışkanlığa sahip olduğu bildirilmiştir.

Mikroenkapsüllerin protein değerleri %0.9-2.9 arasında değişmiştir ve mikroenkapsüller arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$). En yüksek protein bal tozunda tespit edilmiştir (%2.9). Hem maltodekstrin/gam arabik

hem de β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu kullanılarak yapılan mikroenkapsülasyon işleminde en yüksek gam arabik oranı kestane propolisinde kullanılmıştır. Buna bağlı olarak kestane propolisi mikroenkapsüllerin protein oranı diğer propolislerin mikroenkapsüllerinden daha yüksek çıkmıştır. Mikroenkapsülasyon için kullanılan kaplama materyalleri açısından β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile üretilen mikroenkapsüllerin (%1.3) maltodekstrin/gam arabik ile üretilen mikroenkapsüllere benzer protein oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Propolis çeşitleri bakımından incelendiğinde ise protein oranının %1.6-2.1 arasında değiştiği belirlenmiştir.

4.3.2. Renk özellikleri

Çizelge 4.18.'de bal tozu ve mikroenkapsüllere ait renk değerleri verilmiştir. Maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile üretilen mikroenkapsüllerin L değeri (69.78) diğer uygulamalara göre daha düşükken kırmızılık değeri göstergesi olan a değeri (10.14) en yüksek bu kaplama materyali kullanılan propolis mikroenkapsüllerinde bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Baltozu ve mikroenkapsüllerin renk değerleri

	Uygulama	Çiçek	Çam	Kestane	Uygulamaların ortalaması
L	MD/GA	83.44±1.98	78.33±2.03	56.12±1.91	72.63^{b}
	β-SD/GA	69.60±1.29	75.97±1.48	63.77±0.82	69.78^{c}
	Bal tozu	81.35±1.98	81.35±1.98	81.35±1.98	81.35^{a}
	Çeşitlerin ortalaması	78.13^{a}	78.55^{a}	67.08^{b}	
a	MD/GA	6.91±0.49	11.60±1.62	9.75±0.85	9.42^{a}
	β-SD/GA	9.71±0.14	8.69±1.12	12.02±0.23	10.14^{a}
	Bal tozu	2.90±1.83	2.90±1.83	2.90±1.83	2.90^{b}
	Çeşitlerin ortalaması	6.50^{b}	7.73^{a}	8.22^{a}	
b	MD/GA	20.76±0.97	30.25±5.51	12.64±1.04	21.22^{a}
	β-SD/GA	17.91±0.47	15.97±3.71	18.08±0.21	17.32^{b}
	Bal tozu	8.99±0.22	8.99±0.22	8.99±0.22	8.99^{c}
	Çeşitlerin ortalaması	15.89^{b}	18.40^{a}	13.24^{c}	

*:Aynı sütunda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Mikroenkapsüllerin elde edilmesinde kullanılan kaplama maddelerinden gam arabik, maltodekstrin ve β-siklodekstrine göre daha koyu bir renge sahip olması nedeniyle mikroenkapsülün yapısına katılan gam arabik oranı arttıkça mikroenkapsül renginde

koyulaşma meydana gelmiştir (Şekil 4.8.). MGK'da diğer mikroenkapsüllere oranla daha fazla gam arabik (%84) bulunması sebebiyle en koyu mikroenkapsül rengine sahiptir. Maltodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerden en yüksek sarılık (30.25) ve kırmızılık (11.60) değeri ise çam mikroenkapsülünde belirlenmiştir. β-siklodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerde ise en yüksek kırmızılık (12.02) ve sarılık (18.08) değeri kestane mikroenkapsülünde belirlenmiştir.



MGÇ MGÇÇ MGK β-SGÇ β-SGÇÇ β-SGK Bal tozu

Şekil 4. 8. Mikroenkapsüller ve bal tozu örnekleri

Propolis çeşitleri bakımından L değeri 67.08-78.55 arasında, a değeri 6.50-8.22 arasında ve b değeri 13.24-18.40 arasında değişmektedir. Kırmızılık değerinin göstergesi olan a değeri β-Siklodekstrin/gam arabik ilave edilerek üretilen mikroenkapsüllerin değeri diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. En yüksek sarılık değeri (b) ise maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile üretilen mikroenkapsüllerde belirlenmiştir. Mikroenkapsülasyon işleminde kullanılan kaplama materyalleri ve oranları mikroenkapsüllerin renk farklılığına neden olmuştur. Kullanılan gam arabik oranı mikroenkapsüllerin açıklık-koyuluk, kırmızılık ve sarılık değerleri üzerinde istatistiksel olarak fark meydana getirmiştir ($p<0.05$).

4.3.2. Mineral madde özellikleri

Çizelge 4.19'da mikroenkapsüllerin mineral madde değerleri verilmiştir. Mikroenkapsüller ve bal tozunda Fe, Mg ve K değeri mg/l olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4. 19. Baltozu ve mikroenkapsüllerin mineral madde değerleri

	Uygulama	Çiçek	Çam	Kestane	Uygulamaların ortalaması
Fe (mg/l)	MD/GA	0.44±0.01	0.37±0.00	2.20±0.01	1.00[b]
	β-SD/GA	0.84±0.01	1.58±0.00	1.88±0.01	1.43[a]
	Bal tozu	0.51±0.01	0.51±0.01	0.51±0.01	0.51[a]
	Çeşitlerin ortalaması	0.59[c]	0.82[b]	1.53[a]	
K (mg/l)	MD/GA	1.51±0.02	0.69±0.51	4.59±0.27	2.26[b]
	β-SD/GA	4.23±0.01	1.44±0.20	1.43±0.35	2.37[b]
	Bal tozu	3.32±0.01	3.32±0.01	3.32±0.01	3.32[a]
	Çeşitlerin ortalaması	3.02[a]	1.82[b]	3.11[a]	
Mg (mg/l)	MD/GA	0.48±0.01	0.45±0.11	0.49±0.02	0.47[a]
	β-SD/GA	0.221±0.00	0.223±0.13	0.218±0.01	0.22[c]
	Bal tozu	0.230±0.02	0.230±0.02	0.230±0.02	0.23[b]
	Çeşitlerin ortalaması	0.310[a]	0.301[b]	0.312[a]	

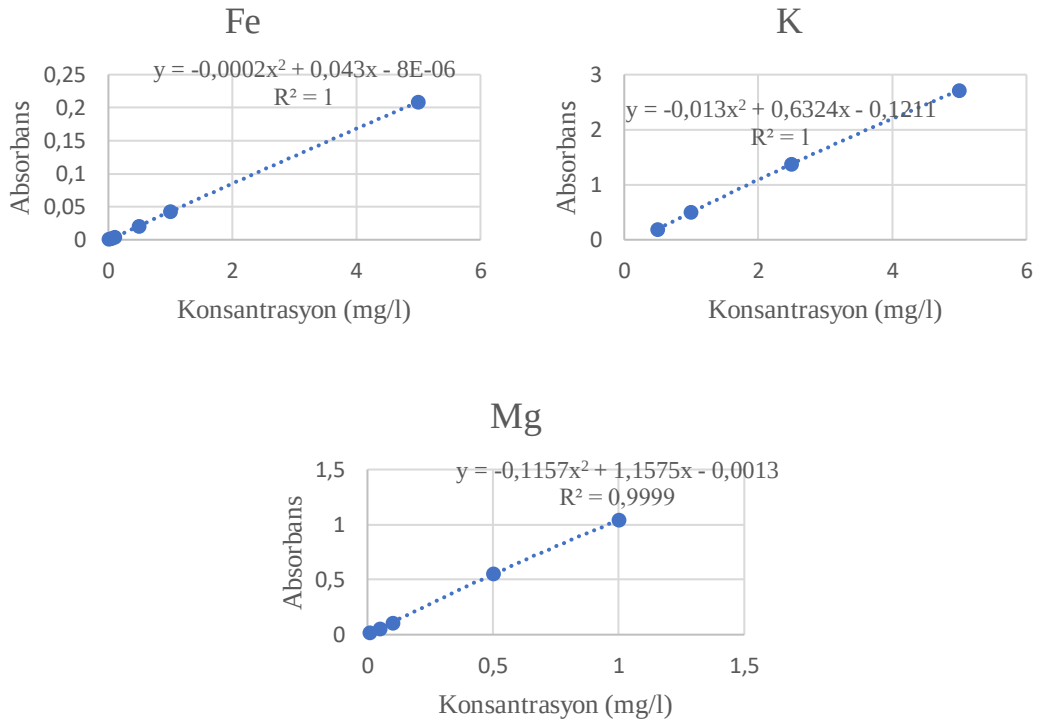
*:Aynı sütunda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Bal tozu ve mikroenkapsüllerin mineral madde değerleri incelendiğinde Fe bakımından en yüksek değere sahip olan mikroenkapsüller β-Siklodekstin/gam arabik kombinasyonu kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerdir. Kestane propolisi diğer propolis türlerine göre daha yüksek Fe değerine sahip olmuştur. MGK, K (4.59 mg/l) ve Mg (0.49 mg/l) bakımından da en yüksek değere sahiptir. β-Siklodekstin/gam arabik kombinasyonu ile üretilen mikroenkapsüllerin Mg bakımından maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen mikroenkapsüllerden daha düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Propolis çeşitleri bakımından incelendiğinde ise kestane propolisinin mikroenkapsülleri diğer propolislerin mikroenkapsüllerinden daha yüksek mineral madde değerine sahip olmuştur. Kestane propolisinin mikroenkapsülünün Fe içeriği bakımından diğer propolis mikroenkapsüllerinden daha yüksek olmasının nedeni ham propolisin Fe içeriğinin diğer propolislerden daha yüksek olmasıdır. Ancak ham propoliste Mg ve K değeri diğer propolislere göre daha yüksekken mikroenkapsüllerinde daha düşük değere sahip olmuştur. Ekstraksiyon sıcaklığı ve konsantrasyonunun mineral madde bileşimini etkilemesi nedeniyle ham çiçek propolisi ve mikroenkapsülü arasında farklılık meydana geldiği düşünülmektedir.

Dünya nüfusunun büyük çoğunluğunda Fe eksikliği belirlenmiş olup nüfusun %15'inde Fe eksikliğine bağlı anemi görülmektedir. Türkiye'de de yaygın olarak

görülen Fe eksikliğine bağlı anemi nedeniyle 100 genç kadın doğum sırasında hayatını kaybetmektedir. Kadın ve erkeklerde günlük 18 mg olan Fe ihtiyacının et ve ürünlerinden emilimi %25-30 civarındadır. Ancak düşük gelir grubundaki kişilerin et tüketiminin az olması ya da olmaması sebebiyle ve farklı kaynaklardan da yeterli Fe alınamadığı durumlarda Fe eksikliği ortaya çıkmaktadır (Güzelcan ve El, 2011). Protein sentezi ve kas kasılmasında etkili olan K ve eksikliğinde sinir sistemi rahatsızlıklarının ortaya çıktığı Mg beraber çalışmaktadır. Günlük K ihtiyacı 0.8-1.3 g; Mg ihtiyacı ise 0.3-0.4 g kadardır (Batu, 1993). Bu nedenle sevilerek tüketilen ürünlerin Fe, Mg ve K mineralince zenginleştirilmesi eksikliklerinde ortaya çıkan olumsuzlukların giderilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Top keklere elde edilen mikroenkapsüllerin ve bal tozunun ilave edilmesiyle farklı yaş grupları tarafından sevilerek tüketilen bu ürün daha fonksiyonel özellik kazanmış olacaktır.

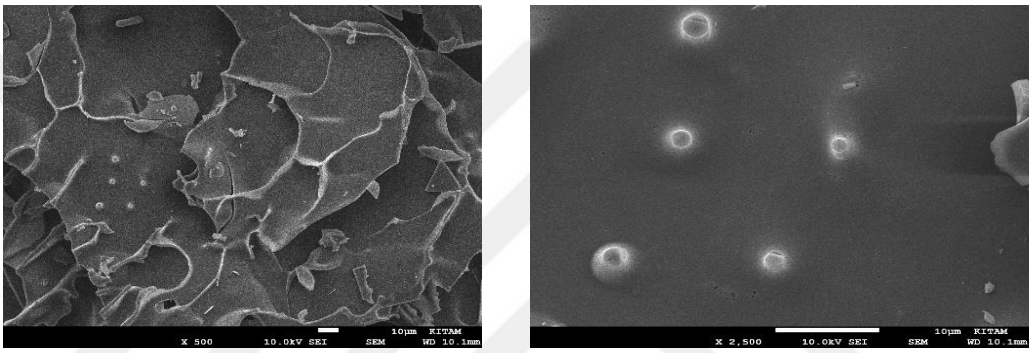
Mineral madde analizi için çizilen kalibrasyon grafikleri ise Şekil 4.9' da verilmiştir. Grafiklerin x ekseninde konsantrasyon değeri yer alırken y eksenin de absorbans değerleri verilmiştir. Grafikten elde edilen formüle göre de mineral madde miktarı hesaplanmıştır.



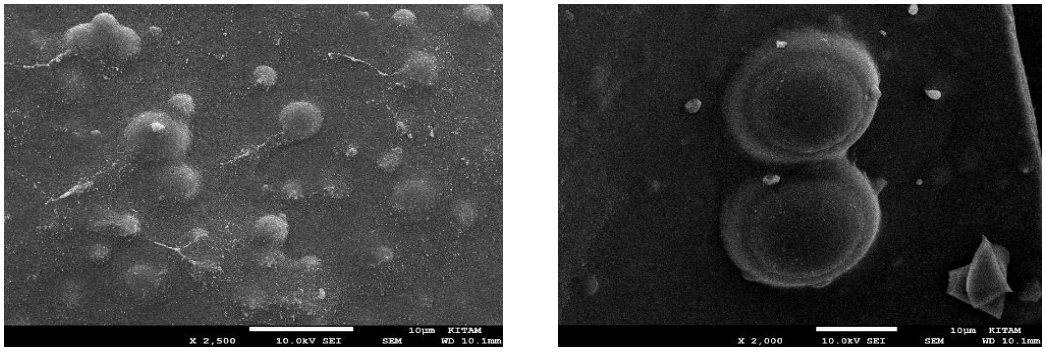
Şekil 4.9. Mineral maddelerin kalibrasyon grafikleri

4.3.3. Yüzey morfoloji görüntüleri

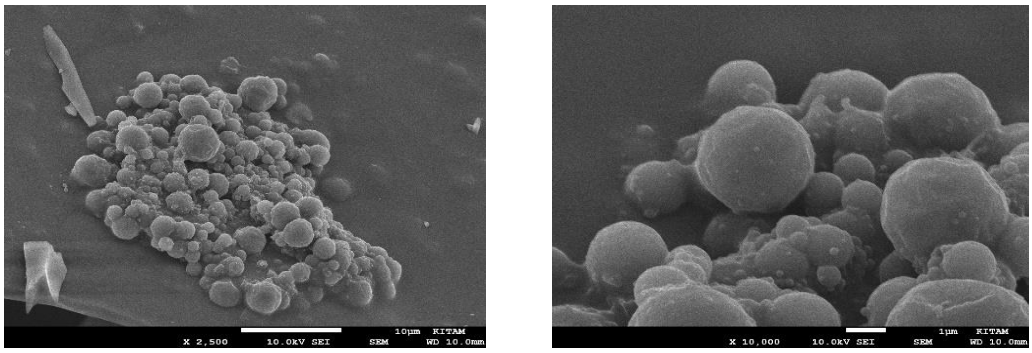
Maltodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen çiçek, çam ve kestane propolisinin taramalı elektron mikroskobunda elde edilen görüntüleri Şekil 4.10., Şekil 4.11., Şekil 4.12.'de β-siklodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen çiçek, çam ve kestane propolisinin görüntüleri ise Şekil 4.13., Şekil 4.14., Şekil 4.15.' te verilmiştir. Elde edilen mikroenkapsül görüntüleri incelendiğinde mikroenkapsüllerin küresel ya da talaş benzeri bir yapı gösterdiği görülmüştür. Bu şekilsel farklılık yüzey alanının değişmesine yol açtığından kapsülleme gücünü etkilemektedir.



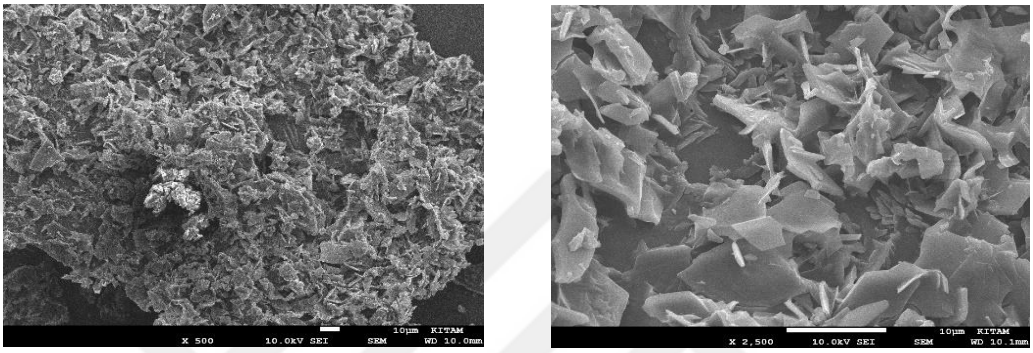
Şekil 4.10. MGÇ yüzey morfolojisi



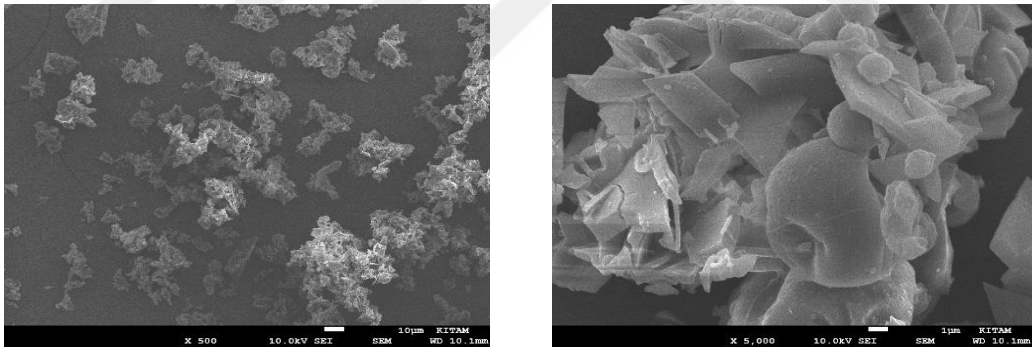
Şekil 4.11. MGÇ yüzey morfolojisi



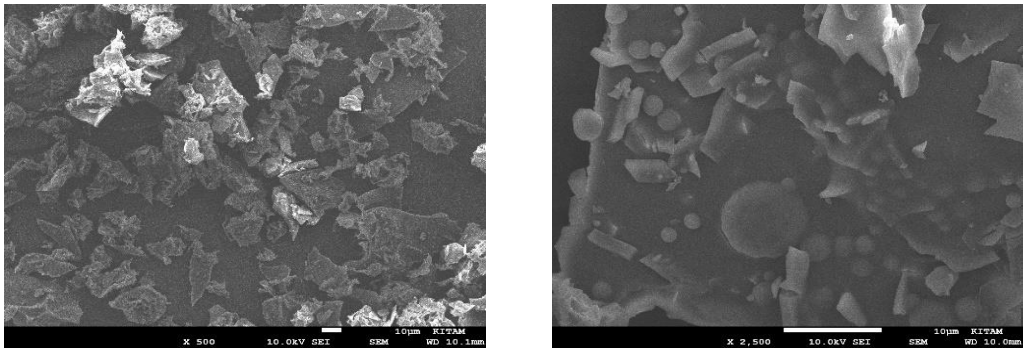
Şekil 4.12. MGK yüzey morfolojisi



Şekil 4.13. β-SGÇÇ yüzey morfolojisi



Şekil 4.14. β-SGÇ yüzey morfolojisi



Şekil 4.15. β-SGK yüzey morfolojisi

Partikül ve morfolojinin incelenmesine olanak sağlayan SEM birçok teknolojide yüzeyin görüntülenmesine imkan sağlamaktadır. Ancak her numunenin bir defa kullanılabilen kaplama maliyeti nedeniyle pahalı bir teknolojidir (Golinejad ve Mirjalili, 2020). Elde edilen görüntüler incelendiğinde mikroenkapsüllerin tekdüzelikten yoksun ve düzensiz şekillere sahip olduğu görülmektedir. Mikroenkapsüllerin kurutulması süresince bir zemine serilmeleri partiküllerin üzüm tanecikleri gibi bir araya gelerek birleşmelerine ya da yapı içine gömülmelerine neden olmuştur.

Çam (Şekil 4.10) ve kestane (Şekil 4.11) propolis ekstraktının maltodekstrin/gam arabik ile yapılan kaplamasının çiçek (Şekil 4.9) propolis ekstraktının mikroenkapsülüne göre daha homojen kaplandığı SEM görüntülerinden tespit edilebilmektedir. Yani yüzeyde çatlak ve çökme olmaksızın homojen bir kaplama yapılmıştır. Çiçek ve kestane propolisinin mikroenkapsülasyonunda 1/3, çam propolisinin mikroenkapsülasyonunda 1/4 oranının kullanılması yüzey morfolojisini etkilemiştir. Ayrıca mikroenkapsülasyon işlemi sırasında kullanılan gam arabik oranı da mikroenkapsüllerin yapısını etkilemiştir. Gam arabik konsantrasyonu daha yüksek olan mikroenkapsüle kestane propolisi diğer propolis çeşitlerinin mikroenkapsüllerinden daha küresel bir forma sahiptir. β-SGÇ'de olduğu gibi partikül büzülmesi, mikroenkapsülün yüzeyinde çökmelere yol açmıştır. Oluşan bu çökmelere kuruma sırasında oluşan mekanik stresin neden olduğu düşünülmektedir.

Mikroenkapsül kalitesinin belirlenmesinde kullanılan yüzey morfolojisi mikroenkapsülün, yüzey yapısının göstergesi olmakla beraber akışkanlık ve dağılabilirlik gibi özelliklerini de etkilemektedir (Thakur ve Thakur, 2020). Yabani nar flavonidlerinin liyofilizasyon ile mikroenkapsülasyonunda maltodekstrin konsantrasyonunun etkisinin incelendiği çalışmada 1/1-1/10 arasında altı farklı konsantrasyon denemesi yapılmış ve en iyi kaplamanın 1:2 oranında yapılan kaplamada belirlendiği bildirilmiştir (Thankur ve Thankur, 2020).

Legako ve Dunford (2010) tarafından balık yağının farklı mikroenkapsülasyon yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada dondurarak kurutma metodunda elde edilen mikroenkapsüllerin düzensiz ve farklı partikül yapılarına sahip olduğu, yüksek büyütmelerde ise yüzeyde büyük çatlaklara rastlandığı bildirilmiştir. Mikroenkapsül

üretiminde düzgün yüzeye sahip mikroenkapsüller işlemin mükemmel yapıldığının göstergesidir (Silva vd., 2013). Düzgün yüzeye sahip mikroenkapsüller kaba yüzeye sahip olanlara göre parçalanma ve oksidasyon reaksiyonu için daha dirençlidir yani hapsolan moleküller ısı ve oksijene karşı korunurlar (Tonon vd., 2008; Thankur ve Thankur, 2020).

Dondurarak kurutma işleminde partiküllerin aglomere olması ürünün sıkıştırılabilir yoğunluğunu etkilemektedir (Mestry vd., 2011). Ancak partiküllerin daha çözünebilir özelliğe sahip olması için aglomere olmayan partiküllere sahip olması istenir (Çam vd., 2014, Kuck ve Norena, 2016). Dondurarak kurutmada oluşan buz kristalleri nedeniyle gözenekli bir yapı meydana gelmekte ve bu durum yapının büzülmesini ve çökmesini engellemektedir (Azarpazhooh vd., 2018).

Fenolik bileşenlerin mikroenkapsülasyonunda kaplama materyali olarak maltodekstrin kullanıldığında dondurarak kurutmanın en iyi yöntem olduğu, gam arabik kullanımının ise düzensiz partikül boyutu oluşturduğu bildirilmiştir (Ballesteros vd., 2017).

Bu bilgiler ışığında çam ve kestane mikroenkapsülü için maltodekstrin/gam arabik karışımının β-Siklodekstrin/gam arabik karışımına göre daha iyi mikroenkapsüller meydana getirdiği belirlenmiştir.

4.3.4. Bazı kimyasal özelikleri

Çizelge 4.20'de bal tozu ve mikroenkapsüllere ait toplam fenolik madde ve antioksidan özellikleri verilmiştir.

Maltodekstrin ve gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerin özellikleri incelendiğinde istatistiksel olarak en önemli farkın toplam fenolik madde miktarında ortaya çıktığı görülmektedir ($p<0.05$). Mikroenkapsüllerden en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olanın çam propolisi olduğu (490.26 mg GAE / g) belirlenmiştir.

Çizelge 4. 20. Bal tozu ve mikroenkapsüllere ait fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

	Uygulama	Çiçek	Çam	Kestane	Uygulamaların ortalaması
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/ g)	MD/GA	383.35±0.03	490.25±0.12	378.26±0.35	417.29[a]
	β-SD/GA	422.25±0.47	465.25±0.74	264.14±0.46	383.88[b]
	Bal tozu	0.43±0.01	0.43±0.01	0.43±0.01	0.43[c]
	Çeşitlerin ortalaması	268.68[b]	318.64[a]	214.28[c]	
Antioksidan Aktivite (%DPPH İnhibisyonu)	MD/GA	78.00±1.00	81.67±1.48	79.33±3.41	79.67[a]
	β-SD/GA	77.33±0.06	76.33±0.56	84.67±2.63	79.44[a]
	Bal tozu	1.60±0.10	1.60±0.10	1.60±0.10	1.60[b]
	Çeşitlerin ortalaması	52.31[c]	53.20[b]	55.20[a]	
Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (mg TEAC/g)	MD/GA	634.40±0.32	1006.63±2.78	479.30±0.48	706.77[a]
	β-SD/GA	719.70±0.13	752.50±4.96	521.53±1.14	664.58[b]
	Bal tozu	7.79±0.03	7.79±0.03	7.79±0.03	7.79[c]
	Çeşitlerin ortalaması	453.96[b]	588.97[a]	336.21[c]	

*:Aynı sütunda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

β-Siklodekstrin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen propolis ekstraktlarının maltodekstin/gam arabik karışımı ile mikroenkapsüle edilen propolislere göre kısmen daha düşük fenolik madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. MGÇÇ'de 383.35 mg GAE/g toplam fenolik madde belirlenirken, β-SGÇÇ'de 422.25 mg/g GAE toplam fenolik madde belirlenmiştir. Bu farklılığın mikroenkapsülasyon sırasında oluşan partikül yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mikroenkapsüller ve bal tozunda antioksidan aktivite DPPH ve Troloks eşdeğeri olarak belirlenmiştir. %DPPH inhibisyonu açısından uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark belirlenmezken çeşitler arasında istatistiksel olarak fark belirlenmiştir ($p<0.05$). Troloks eşdeğeri bakımından ise uygulamalar arasında önemli bir fark belirlenmiş ve maltodekstrin/gam arabik kullanılarak mikroenkapsüle edilen propolislerin daha yüksek troloks eşdeğerine sahip olduğu belirlenmiştir. MGÇ hem %DPPH inhibisyonu (%81.67) hem de Troloks eşdeğeri (1006.63 mg TEAC/g) bakımından en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olmuştur. β-SGK ise Troloks eşdeğeri bakımından (521.53 mg TEAC/g) en düşük antioksidan aktiviteye sahip olmuştur. Çeşitler arasında ise kestane propolisinin mikroenkapsülü (%55.20) %DPPH bakımından en yüksek aktiviteye sahipken Troloks eşdeğeri bakımından çam

propolisinin mikroenkapsülü en yüksek değere sahip olmuştur. Bal tozu ise mikroenkapsüllere oranla çok daha düşük antioksidan aktivite göstermiştir.

Antioksidan aktivite bakımından maltodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen propolisler daha yüksek antioksidan aktivite gösterirken çam propolisi çeşitler arasında en yüksek değeri göstermiştir. Çam propolisinin mikroenkapsüllerin yüksek antioksidan aktivite göstermesi ekstraktında belirlenen antioksidan aktivite sonuçlarına paralellik göstermektedir.

4.3.3. Fenolik bileşen madde değerleri

Çizelge 4.21'de bal tozu ve mikroenkapsüllerin HPLC ile belirlenen kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit sonuçları verilmiştir. Mikroenkapsüllerin fenolik bileşenleri aynı kaplama materyalinin farklı propolis örneklerindeki etkisi ve aynı propolislerin farklı kaplama materyali arasındaki farka göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.21. Bal tozu ve mikroenkapsüllerin fenolik bileşen değerleri

	Uygulama	Çiçek	Çam	Kestane	Uygulamaların ortalaması
Kafeik asit (µg/g)	MD/GA	5330.1±2.48	1583.50±3.75	24.6±1.23	2312.73^{a}
	β-SD/GA	741.30±1.76	246.60±1.19	194.4±1.71	394.1^{b}
	Bal tozu	0.6±0.00	0.6±0.00	0.6±0.00	0.6^{c}
	Çeşitlerin ortalaması	2024.0^{a}	610.23^{b}	73.2^{c}	
p-kumarik asit (µg/g)	MD/GA	510.23±0.98	664.53±0.77	273.2±1.10	482.65^{b}
	β-SD/GA	579.63±0.87	641.43±0.56	897.43±2.74	706.16^{a}
	Bal tozu	0.2±0.00	0.2±0.00	0.2±0.00	0.2^{c}
	Çeşitlerin ortalaması	363.35^{c}	435.39^{a}	390.28^{b}	
Ferulik asit (µg/g)	MD/GA	103.47±0.12	1288.33±1.65	7.30±0.02	466.37^{a}
	β-SD/GA	42.40±0.53	847.4±0.45	413.0±1.78	434.27^{b}
	Bal tozu	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00^{c}
	Çeşitlerin ortalaması	48.62^{c}	711.91^{a}	140.1^{b}	

*:Aynı sütunda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4.21. incelendiğinde hem kullanılan farklı kaplama materyallerinin hem de farklı propolis ekstraktlarının fenolik bileşenler üzerine istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Maltodekstrin ve gam arabik kullanılarak yapılan kaplama, çiçek ve çam propolisinde daha yüksek fenolik bileşenin

hapsedilmesini sağlamıştır. Kestane propolisinde ise β-Siklodekstrin/gam arabik kaplamasının daha yüksek fenolik bileşen hapsettiği görülmektedir. Bunun sebebi olarak kestane propolisinin β-Siklodekstrin/gam arabik karışımı ile kaplanması sırasında fenolik maddelerin daha fazla tutunması olduğu düşünülmektedir.

Kafeik asitin kullanılan kaplama materyalleri ile korunamadığı belirlenmiştir. Örneğin çam propolisinde kafeik asit 3798 µg/g olarak belirlenmişken MGÇ ve β-SGÇ mikroenkapsüllerinde kafeik asit miktarında sırasıyla %58.31 ve %93.51 azalma belirlenmiştir. Ferulik asitt bakımından incelendiğinde MGK'da %98 azalma gözlenirken β-SGK'da fenolik madde miktarı korunmuştur.

Ham propolis numunelerinin fenolik içerikleri ile mikroenkapsüllerin içerikleri karşılaştırıldığında en yüksek fenolik madde miktarına sahip olan çam ve çiçek propolisinin mikroenkapsüllerinde de elde edilen veriler paralellik göstermektedir.

Keskin vd. (2019) tarafından alkolsüz propolis ekstraktı ve propolisin alginat mikroenkapsüllerinin özelliklerinin belirlendiği çalışmada kafeik asit, p-kumarik asit ve ferulik asit miktarı ekstrakta sırasıyla 850, 611 ve 234 µg/ml; mikroenkapsülde 813, 604 ve 126 µg/ml olarak bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan propolisin fenolik madde içeriği bu çalışmada kullanılan propolis örneğinden yüksek olması nedeniyle elde edilen mikroenkapsüllerinde fenolik bileşenleri yüksek çıkmıştır. Yapılan çalışmada kafeik asit miktarının incelenen diğer fenolik bileşenlere göre yüksek çıkması benzerlik göstermektedir.

4.3.4. Biyoyararlılık değerleri

Mikroenkapsüllerin biyoyararlılıklarının belirlenebilmesi için yapılan toplam fenolik ve antioksidan aktivite analizlerinin sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. Mikroenkapsüllerin sindirimi sonunda elde edilentoplam fenolik madde miktarının yüksek olması kaplama materyalinin etkinliğini göstermektedir.

Çizelge 4.22. Baltozu ve mikroenkapsüllerin biyoyararlılık sonuçları

	Uygulama	Çiçek	Çam	Kestane	Uygulamaların ortalaması
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)	MD/GA	31.63±0.03	54.47±3.36	48.68±4.35	44.93[a]
	β-SD/GA	47.17±0.18	54.67±0.17	22.87±0.15	44.57[b]
	Bal tozu	3.63±1.17	3.63±1.17	3.63±1.17	3.63[c]
	Çeşitlerin ortalaması	27.48[b*]	37.59[a]	25.06[c]	
Antioksidan Aktivite (%DPPH İnhibisyonu)	MD/GA	90.67±0.52	97.67±0.28	93.99±2.24	94.03[b]
	β-SD/GA	93.84±0.19	96.16±0.13	96.29±0.26	96.27[a]
	Bal tozu	43.49±1.18	43.49±1.18	43.49±1.18	43.49[c]
	Çeşitlerin ortalaması	76.00[b]	78.76[a]	79.73[a]	

*Aynı sütun ve aynı satırda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Ticari olarak temin edilen bal tozunda invitro sindirim sonrasında çalışma kapsamında elde edilen propolis mikroenkapsüllerine oranla çok daha düşük toplam fenolik madde sindirimi gerçekleşmiştir. Bal tozunun %3.63 (11.43 mg GAE /g) oranında fenolik madde sindirimine karşılık MGÇÇ'de %47.17 oranında bir sindirim gerçekleşmiştir. Çam ve kestane propolisinin mikroenkapsülasyonunda ise β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu daha yüksek koruma etkisi sağlamıştır. Fenolik maddelerin sindirim sonundaki oranları uygulamalar açısından incelendiğinde maltodekstrin/gam arabik ile yapılan kaplamaların (%44.93) istatistiksel olarak β-siklodekstrin/gam arabik ile yapılan kaplamalardan (%44.57) az bir farkla daha iyi olduğu görülmektedir. Maltodekstrinin daha iyi çözünebilir özellikte olması daha iyi reaksiyon ortamında yayılmasına neden olduğundan daha iyi sonuçlar alındığı düşünülmektedir.

Antioksidan aktivite bakımından sindirim sonunda mikroenkapsüllerin sindirimi incelendiğinde β-siklodekstrin ile yapılan mikroenkapsülasyon işleminin diğer uygulamalara göre daha yüksek antioksidan aktiviteye (%96.27) sahip olduğu belirlenmiştir. Bal tozunun antioksidan aktivite bakımından en düşük değere sahip olduğu (%43.49) belirlenmiştir.

Çeşitler arasında ise en yüksek fenolik madde sindirimi ise çam propolisinde (%37.59) belirlenmiştir. Yine en yüksek antioksidan aktivite çam propolisinde (%78.76) gözlenmiş olup yüksek fenolik madde içeriğine sahip olan çam propolisinin diğer propolis örnekleri ve bal tozuna göre daha iyi özelliklerde mikroenkapsül oluşturduğu belirlenmiştir.

Kitosan ve gam arabik kullanılarak kapsüllenen propolis ekstraktının mide sindirimi sonrasında salınımının incelendiği çalışmada araştırıcılar sindirim sonrasında salınım oranını üç saat sonunda %33 olarak bildirmişler. Yavaş salınımın oral kullanımlara uygun olması nedeniyle gıdalarda ve ilaç olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. (Cavalu vd. 2018).

Isı ile denatüre edilmiş zein ve karboksimetilkitosan kullanılarak asitle indüklenmiş agregasyon yoluyla enkapsülle edilen propolisin salınımını ve invitro sindiriminin araştırıldığı çalışmada enkapsüle edilmiş propolisin invitro sindirimi %79.69 olarak belirlenmiştir. Etanolde çözünen propolisin sindirim oranı ise %88.01 olarak bildirilmiştir. Enkapsüle edilmiş propolisin güçlü radikal temizleme yeteneği, reaksiyon ortamına yeterli miktarda dağılmasını sağlayan geniş yüzey alanına sahip olması olarak açıklanmıştır (Zhang vd. 2018).

Çalışmada mikroenkapsüllerin yapısındaki gam arabik oranının artması fenolik maddelerin çevre şartlarına ve sindirim enzimlerine karşı direncini arttırmıştır. MGÇÇ propolisinin mikroenkapsülasyonunda maltodekstrin/gam arabik ve β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonları karşılaştırıldığında β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonunun daha yüksek gam arabik içermesi fenolik maddelerin korunmasını olumlu yönde etkilemiştir.

4.4. Denemelerde Kullanılan Özel Amaçlı Buğday Ununun Bazı Özellikleri

Denemelerde kullanılan özel amaçlı buğday ununun bazı kimyasal özellikleri Çizelge 4.23.'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Özel amaçlı buğday ununun bazı kimyasal özellikleri

Özellik	Değerler
Nem (%)	12.5±0.06
Kül (%)	0.48±0.05
Protein (%)	9.1±0.25
Yağ (%)	0.02±0.04
Yaş Öz (%)	30.9±0.84
Kuru Öz (%)	10.9±0.09
Gluten İndeks (%)	95.9±2.65
Düşme Sayısı (sn)	478±8.49
Zeleny Sedimantasyon (ml)	43±1.22
Gecikmeli Sedimantasyon (ml)	60±1.68

Türk Gıda Kodeksi (TGK) tarafından 2013 yılında yayınlanan Buğday Unu Tebliği'ne göre Özel Amaçlı Buğday Unu, ekşi hamur ekmekleri, börek, baklava, hamburger, pizza, bazlama, yufka, pasta, bisküvi, kek vb. katkılı unlar, özel işlem görmüş unlar gibi amaca yönelik ürünlerin üretilmesinde kullanılan unlar olarak tanımlanmıştır (TGK,2013; Savlak ve Köse, 2013).

Özel amaçlı buğday ununda yapılan analizler sonucunda nem, kül, sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerleri tespit edilmiştir. Özel amaçlı buğday ununun nem değeri (%12.5) Türk Gıda Kodeksi (TGK, 2013) buğday unu tebliğine göre nem değeri üst sınır olan %14.5'ten az çıkmıştır. TGK'da kül, yaş öz, gluten indeks ve düşme sayısı değerlerinin aranmadığı bildirilmiştir (TGK, 2013). Denemelerde kullanılan özel amaçlı buğday ununun kül değeri %0,48, yağ değeri %0.02, yaş öz değeri %30,9 ve düşme sayısı 478 s olarak belirlenmiştir.

Kayısı lifinin kek üretiminde kullanımını inceleyen Şeker vd. (2006) kek üretiminde kullanılan özel amaçlı buğday ununun kül içeriğini %0.65 ve protein değerini ise %9.8 olarak belirlemişlerdir. Giritlioğlu (2017) tarafından yapılan çalışmada top kek üretiminde kullanılan özel amaçlı buğday ununun nem değeri %12.57, kül değeri 0.50 ve protein değeri %8.1 olarak belirlenmiştir. Gerçekaslan ve Boz (2018) tarafından yapılan bir başka kek denemesinde kullanılan unun nem değeri %12.80, kül değeri %0.495 ve protein değeri %11.49 olarak bildirilmiştir. Denemelerde kullanılan unun nem, kül ve protein değerleri farklı çalışmalarda kullanılan un ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

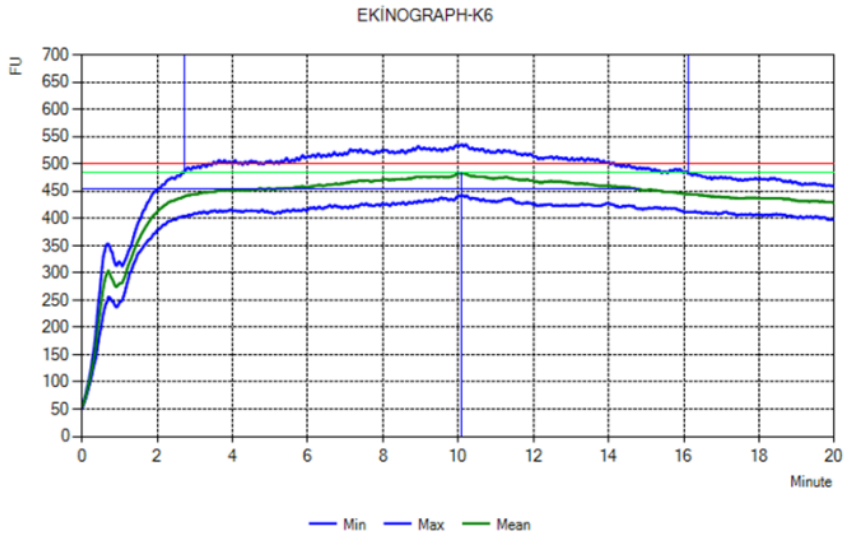
Un kalitesinin en önemli göstergelerinden biri olan protein çevre şartları, yetiştirme ve çeşit gibi değişik etmenlere bağlı olarak değişmektedir. Ancak protein miktarının yüksek olması yeterli bir ölçüt olarak kabul edilmemekte ve protein kalitesinin de belirlenmesi gerekmektedir. Un proteininin kalitesinin belirlenmesinde sedimantasyon ve gluten indeks değeri kullanılmaktadır (Menderis vd. 2008; Bonfil ve Posner, 2012; Mut vd., 2017). Çalışmada kullanılan özel amaçlı buğday ununun sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değeri ise sırasıyla 43 ve 60 ml olarak belirlenmiştir. Gluten indeks değeri ise %95,9 olarak bulunmuştur. Sedimantasyon ve gluten indeks değerleri ülkemizde kalitenin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan kalite kriterlerindendir. Gluten indeks değerinin farinograf değerlerinden biri olan su absorbsiyonu; ekstensograf değerlerinden ise uzamaya karşı maksimum direnç ve enerji değeri arasında korelasyon olduğu bildirilmiştir (Menderis vd, 2008).

Diastatik aktivitenin bir göstergesi olan düşme sayısı unda bulunan amilaz enzimlerin faaliyeti sonucu ile buğday nişastasının viskozitesini kaybetme süresinin saniye olarak ölçülmesiyle bulunmaktadır (Ünal, 2002, Bulut, 2012). Düşme sayısının yüksek çıkması amilaz aktivitesinin az olduğu göstermektedir. Çalışmada kullanılan özel amaçlı buğday ununun amilaz aktivitesi 478 s olarak bulunmuştur. Kiszonas vd. (2018) düşme sayısının kek kalitesi (hacim, tekstür) üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında 70-300 s arası düşme sayısına sahip un kullanılmış ve düşme sayısı değeri ve kek kalitesi arasında zıt bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir. Düşme sayısında 100 s azalma olduğunda kek hacmindeki kaybın 7 cm^3 olduğu rapor edilmiştir.

4.4.1. Denemelerde kullanılan özel amaçlı buğday ununun reolojik özellikleri

4.4.1.1. Özel amaçlı buğday ununun farinograf özellikleri

Denemelerde kullanılan özel amaçlı buğday ununun farinogramı Şekil 4.16’ da verilmiştir.



Şekil 4. 16. Özel amaçlı buğday ununa ait farinogram

Denemelerde kullanılan özel amaçlı buğday ununun su absorbsiyonu %65.2, stabilitesi 13.4 dak., gelişme süresi ise 10.1 dak. ve 12 dak sonra yumuşama derecesi 1 FU olarak belirlenmiştir. Tuna (2015)'nın kek üretiminde kullandığı unun farinograf değerleri su absorbsiyonu %59.7, gelişme süresi 1.5 dak., stabilitesi 3.73 dak ve yumuşama derecesi 55.33 FU olarak bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada yaş gluten değeri %25, gluten indeksi % 86,67, sedimantasyon değeri 34,67 ml ve gecikmeli sedimantasyon değeri 41.67 ml olduğu bildirilmiştir. Denemede kullanılan özel amaçlı buğday ununun su tutma kapasitesi, gelişme süresi ve stabilitesinin Tuna (2015) tarafından kullanılan özel amaçlı buğday ununa göre yüksek çıkmasının nedeni denemede kullanılan unun Menderis vd. (2008)'nin belirttiği gibi gluten indeks ile su absorbsiyonu arasındaki ilişkiye bağlı olduğu düşünülmektedir.

Sert buğday unlarının kek üretiminde kullanılabilmesinin araştırıldığı bir çalışmada 10 farklı sert buğday unu kullanılmış ve su absorbsiyonu, stabilite ve gelişme süreleri sırasıyla 55.6-60, 2.5-4 ve 1-1.5 arasında değiştiği bildirilmiştir. Araştırıcılar bu unlar ile üretilen keklerin kalitesinin ve tüketici kabulünün iyileştirilebilmesi için ek işlem uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir (Al-Dmoor, 2013a). Kek üretiminde kullanılacak unların yumuşama derecesinin 70-130 FU ve stabilitelerinin 3 dak.' dan az olmaması gerekmektedir (AACC, 2000, Al-Dmoor, 2013b).

4.4.1.2. Özel amaçlı buğday ununun SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik özellikleri

Hamur reolojisi son ürünün kalitesini etkileyen ve işleme sırasında değişkenlik gösteren önemli faktörlerden biridir ve çeşitli cihazlar yardımıyla belirlenebilmektedir (Dunnewınd, 2004; Demirekin, 2019). Tekstür analiz cihazı bunlardan biridir. Özel amaçlı buğday unundan hazırlanan hamurlarda uzamaya karşı direnç (Rmax), uzayabilirlik (Ext) ve Alan (g.s) değerleri belirlenmiştir.

Denemelerde kullanılan özel amaçlı buğday ununun uzamaya karşı direnci 17.70 g, uzayabilirliği 32.10 ve alan 227.01 g.s olarak belirlenmiştir.

Kek ununun uzayabilirliğinin yüksek olması elastikiyetin yüksek olmasının bir göstergesidir ve işlenebilirliği hakkında bilgi verir (Karaoğlu,2006). Van den Broeck vd., (2011) çalışmalarında Kieffer'in kopmaya karşı direncinin hamurun sıkılığını göstermekte olduğunu ve yüksek direncin çok kuvvetli ve katı hamura neden olduğunu belirtmişlerdir.

4.4.1.3. Özel amaçlı buğday ununun SMS/Chen-Hoseney hamur yapışkanlık özellikleri

Buğday çeşidi, protein oranı, su absorbsiyonu gibi çeşitli faktörlerden etkilenen hamur yapışkanlığı hamurun işlenmesinde olumsuz etkiye neden olur ve hamurun yoğrulma toleransını azaltır (Kral vd. 2018; Demirekin, 2019). Kek gibi yüksek hızda çırpılması gereken ürünlerin yüzeye yapışması istenmez (Singh, 2015). Viskoz ve elastik özellikteki hamurun yüzeyden ayrılmasını adezyon kuvveti belirlemektedir, adezyon kuvvetinin yüksek kohezyon kuvvetinin düşük olması durumunda malzeme yapışkan olarak adlandırılır (Grausgruber. vd., 2003, Singh,2015).

Denemede kullanılan özel amaçlı buğday ununun yapışkanlık, adezyon kuvveti ve hamur gücü değeri sırasıyla 42.13 g, 7.47 g.sn, 4.30 mm olarak bulunmuştur.

Hindistan'a özgü thepla- kahvaltılarda tüketilebilen bir gözleme-%3, 6 ve 9 oranında elma posası, karpuz ve papaya kabuğu ilave edilerek hamur yapışkanlıkları karşılaştırılmış ve katkı oranı arttıkça hamur yapışkanlığının arttığı bildirilmiştir.

Katkısız hamurun yapışkanlığı 15.2 g olarak bildirilirken elma posası, papaya kabuğu ve karpuz kabuğunun %9 oranında ilave edilmesiyle hamur yapışkanlığının sırasıyla 19.1, 21.6 ve 22.4 g olarak bulunduğu bildirilmiştir (Waghmare, 2014). Yine Hindistan'a özgü mayasız bir gözleme olan çapati hamuruna enzimatik yolla modifiye edilmiş guar gam eklendiğinde katkı oranının artmasıyla hamur yapışkanlığının arttığı katkısız hamurda hamur yapışkanlığının 38.48 g, %5 katkılı hamurda ise yapışkanlığın 69.04 g olarak bulunduğu bildirilmiştir (Giri vd., 2017). Her iki çalışmada hamur yapışkanlığının artması adezyon kuvvetinin ve hamur gücünün artmasına neden olmuştur.

Özel amaçlı buğday ununun kullanıldığı başka bir çalışmada araştırıcılar, %20, 30 ve 40 oranında poaça üretiminde kullanılan yağı azaltmış, yerine un ile yer değiştirme prensibine göre 5, 10, 15 g olarak değişen miktarlarda üç farklı karbonhidrat bazlı yağ ikame maddesi (inülin, maltodektrin ve polidekstroz) kullanmışlardır. Her üç ikame maddesi için, hamur yapışkanlığının ikame katkı oranı arttıkça arttığı ve en yüksek yapışkanlığın inülin katkısında gözlendiği bildirilmiştir. İnülin ikamesinde %20, %30 ve %40 yağ azaltıldığına un esasına göre 15 g ikame maddesi eklenen unların yapışkanlık değeri sırasıyla 41.01 g, 35.26 g ve 36.66 g olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada ikame oranının artması ile uzamaya karşı direnç ve uzayabilirlik değeri azalmış hatta inülin ve polidekstroz ikamesinde 15 g ikame kullanılması durumunda bu değerler tespit edilememiştir (Serin ve Sayar, 2017).

Kara vd. (2020) tarafından farklı ekmeklik buğdaylarda tane iriliğinin un kalitesine etkisinin incelendiği çalışmada ise hamur uzayabilirliğinin fazla olduğu unların gluten ve gluten indeks değerlerinin yüksek olduğu, hamur yapışkanlık, adezyon ve hamur direnci değerlerinin 9.41-40.06 0.41-7.29 g/s, 0.73-4.55 mm arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu değerler ile kıyaslandığında denemede kullanılan unun reolojik kalitesinin yapılan çalışmalar ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

4.5. Hamur Özellikleri

Kek üretiminde kullanılan hamur kalitesini belirlemek amacıyla yoğunluk ve hamur yapışkanlık değerleri belirlenmiştir. Maltodekstrin/gam arabik ve β-Siklodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerin ilave edilmesiyle kek hamurunun

yoğunluğunda meydana gelen değişimler Çizelge 4.24' te verilmiştir. Hem maltodekstrin hem de β-siklodekstrin kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerde gam arabik miktarı arttıkça kek hamurunun yoğunluğunda artış meydana gelmiştir. Mikroenkapsülasyon işleminde gam arabik oranı ne kadar fazlaysa kek yoğunluğu o oranda artış göstermiştir. MGK'nın katkı oranı arttıkça hamur yoğunluğu 0.976 g/cm^3'ten 1.056 g/cm^3'e yükselirken gam arabik konsantrasyonu daha az olan β-SGK'nın katkı oranı arttıkça hamur yoğunluğu 0.952 g/cm^3'ten-1.031 g/cm^3'e yükselmiştir.

MGÇ kullanıldığında ise ilave edilme oranı arttıkça hamur yoğunluğunda azalma meydana gelmiştir ve bu fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Daha önce yapılan çalışmalarda da bildirildiği gibi lif içeriği yüksek ürünlerin kek hamuruna ilavesi kek yoğunluğunun artmasına, hamur içine daha az hava hapsedilmesine ve bu nedenle de ürünün sıkıştırılması için daha fazla güce ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır (Chung vd., 2010, Zahn vd., 2010, Bender vd., 2017). MGK ve bal tozu ilave edilen hamurların yoğunlukları birbirine benzerlik göstermekte ve katkı oranı arttıkça eşdeğer sonuçlar elde edilmektedir.

İlave edilme oranının artması tüm propolis mikroenkapsülleri ve bal tozu örneklerinde yoğunluk bakımından önemli farklılıklar meydana getirmiştir. En yüksek yoğunluklarda MGÇÇ hariç %10 oranında ilave edilen kek hamurlarında gözlenmiştir. β-Siklodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerin farklı oranda ilave edilmesi hamurların yoğunluklarının kendi aralarında istatistiksel olarak farklılaşmasına neden olmuştur. β-Siklodekstrin/gam arabik kullanılan mikroenkapsül ilave oranı arttıkça tüm kek hamurlarının hamur yoğunluğunda artış görülmüştür. β-Siklodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen farklı propolis mikroenkapsüllerinin ilavesinde hamur yoğunluğu 0.928-1.031 g/cm^3 arasında değişmiştir.

Çizelge 4. 24. Bal tozu ve mikroenkapsül ilave edilen top kek hamurlarının yoğunlukları

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
Hamur Yoğunluğu (g/cm3)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.964±0.00	0,992±0.00	0.963 ±0.02	0.947 ±0.00	0.927± 0.00	0.964 ±0.00	0.872 ±0.00	0.880 ±0.00	0.930 ±0.00	0.940 ±0.00	0.964 ±0.00	0.976 ±0.00	1.012 ±0.00	1.040 ±0.01	1.056 ±0.00	0.962^{c}
	β-SD/GA	0.964±0.00	0.927±0.00	0.964 ±0.00	0.976 ±0.00	0.977± 0.00	0.964 ±0.00	0.928 ±0.00	0.960 ±0.00	0.979 ±0.00	0.992 ±0.00	0.964 ±0.00	0.952 ±0.00	1.003 ±0.00	1.024 ±0.00	1.031 ±0.00	0.974^{b}
	Bal tozu	0.964±0.00	1.024±0.00	1.036 ±0.00	1.041 ±0.00	1.056± 0.00	0.964 ±0.00	1.024 ±0.00	1.036 ±0.00	1.041 ±0.00	1.056 ±0.00	0.964 ±0.00	1.024 ±0.00	1.036 ±0.00	1.041 ±0.00	1.056 ±0.00	1.024^{a}
	Çeşit ortalaması			0.982^{b}					0.969^{c}					1.009^{a}			
	Oranların ortalaması	0.964^{e}	0.969^{d}	0.988^{c}	1.002^{b}	1.010^{a}											

*Aynı sütun ve aynı satırda farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Kek hamuruna β-glukan ilave edilerek yapılan bir çalışmada, β-glukan 0-25 arasında beş farklı konsantrasyonda ilave edilmiş ve kek yoğunluğunun 0.989-1.149 g/cm^3 arasında değiştiği, en yüksek kek yoğunluğunun ise %25 oranında β-glukan ilave edilen kek hamurunda belirlendiği bildirilmiştir (Onacık-Gür vd., 2016). Bhaduri ve Mukherjee (2016) buğday unu kullanılarak üretilen kek hamurunda yoğunluğu 1.34 g/cm3 olarak bildirmişlerdir.

Bozdoğan vd. (2018) tarafından kinoa unu kullanarak üretilen glutensiz keklerin kalitesini belirlenmesi amacıyla yapılan başka bir çalışmada, kek hamuru yoğunluğunun 0.79-0.89 g/ml arasında değiştiği ve kinoa ununun artmasıyla yoğunluğun arttığı rapor edilmiştir.

Kohezif kuvvetin düşük olması nedeniyle ortaya çıkan yapışkanlık gıdanın işlenmesini etkilediğinden kek gibi yüksek devirde çırpılarak işlem gören ürünlerde ürün kalitesi hakkında fikir verebilecek önemli bir kriterdir (Singh, 2015). Farklı nişasta ve protein kaynakları kullanılarak hazırlanan kek hamuru kalitesinin incelendiği çalışmada, araştırıcılar nişasta kaynağı, protein türü ve miktarının adhezif kuvvet üzerine etkisinin bulunduğunu bildirmiştir. Ayrıca çalışmada pirinç nişastası kullanılan hamurlarda iki protein (buğday ve soya) kaynağının en yüksek yapışkanlığa neden olduğunu belirtmişlerdir. Araştırıcılar yapışkanlık, adezyon kuvveti ve hamur gücünü sırasıyla 0.61-1.02 N, 23.3-58.3 mN s ve 1.36-2.18 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir (Ronda vd., 2011).

Yapılan çalışmada genel olarak bal tozu, maltodekstin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüller ve β-Siklodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerde ilave edilme oranı arttıkça hamur yapışkanlığında istatistiksel olarak çok önemli olmayan bir azalma meydana gelmiştir. Ancak MGK ve β-SGK ilave edilerek üretilen hamurların yapışkanlık değerleri ilave edilme oranının artmasıyla artış göstermiştir. Özellikle %10 MGK ilave edilen hamurun yapışkanlık değerinin 70.31 g olarak belirlenmiştir. Burada meydana gelen artışın mikroenkapsül üretiminde kullanılan yüksek gam arabik konsantrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Artan protein oranı hamur yapışkanlığının artmasına neden olmuştur.

En yüksek yapışkanlık değeri ise %2.5 oranında ilave edilen bal tozunda (82.90 g) belirlenmiştir. Bal tozu ilavesi arttıkça hamur yapışkanlığı önemli oranda azalmıştır. Bu azalmanın bal tozu üretiminde kullanılan bir maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.25).

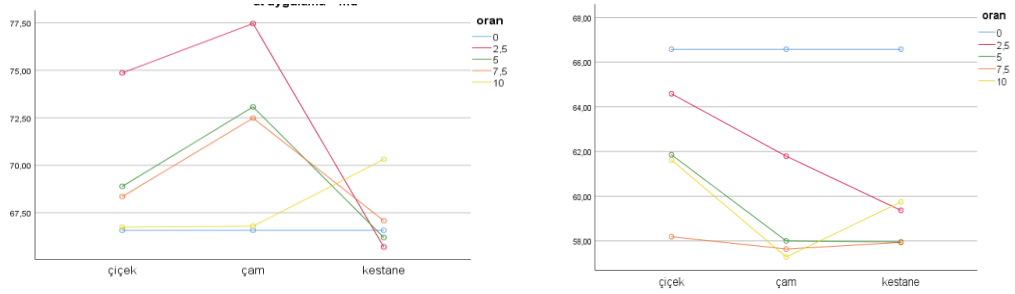
Ronda vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada mısır nişastası ve %10 buğday proteini kullanıldığında yapışkanlık değerinin 1.02 N, aynı oran ve türde protein kullanılmasına rağmen patates nişastası kullanıldığında ise yapışkanlığın 0.44 N olduğu bildirilmiştir. Aynı şekilde mısır nişastası kullanıldığında protein oranı %20' ye çıktığında yapışkanlığın 0.81'e düştüğü bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada da kek hamuruna ilave edilen yumurta ve süt tozu gibi protein kaynaklarının bal tozunun yapışkanlığının değişmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4. 25. Bal tozu ve mikroenkapsül ilave edilen top kek hamurların SMS/Chen-Hoseney hamur yapışkanlık değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
Yapışkanlık (g)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	66.58±3.31	74.86±1.47	68.89±3.60	68.35±2.12	66.75±0.91	66.58±3.31	77.46±4.45	73.07±0.93	72.48±1.37	66.79±3.72	66.58±3.31	65.70±2.14	66.20±1.09	67.09±1.78	70.31±2.31	69.18[b]
	β-SD/GA	66.58±3.31	64.58±1.56	61.85±1.63	58.18±0.42	61.62±1.15	66.58±3.31	61.79±1.54	57.99±1.11	57.63±0.10	57.28±0.32	66.58±3.31	59.36±1.99	57.95±0.54	57.93±2.09	59.74±1.24	61.04[c]
	Bal tozu	66.58±3.31	82.90±4.57	70.41±1.46	66.68±5.63	67.41±0.44	66.58±3.31	82.90±4.57	70.41±1.46	66.68±5.63	67.41±0.44	66.58±3.31	82.90±4.57	70.41±1.46	66.68±5.63	67.41±0.44	70.79[a]
	Çeşitlerin ortalaması			67.48[a]					67.44[a]					66.09[b]			
	Oranların ortalaması	66.58[b]	72.49[a]	66.4[bc]	64.63[d]	64.97[cd]											
Adezyon kuvveti (g.sn)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	8.17±0.71	7.93±0.47	6.49±0.34	6.31±0.36	5.41±0.13	8.17±0.71	6.37±0.31	6.57±0.06	6.32±0.49	6.38±0.14	8.17±0.71	6.78±0.25	7.00±0.42	7.25±0.11	7.49±0.11	6.99[a]
	β-SD/GA	8.17±0.71	6.48±0.02	6.57±0.63	6.56±1.12	6.85±1.54	8.17±0.71	6.59±0.30	6.33±0.46	6.67±0.63	6.08±0.78	8.17±0.71	6.63±0.49	7.07±0.19	6.92±0.14	7.20±0.52	6.96[a]
	Bal tozu	8.17±0.71	7.50±0.11	6.49±0.19	6.18±0.36	6.06±0.23	8.17±0.71	7.50±0.11	6.49±0.19	6.18±0.36	6.06±0.23	8.17±0.71	7.50±0.11	6.49±0.19	6.18±0.36	6.06±0.23	7.14[a]
	Çeşitlerin ortalaması			6.89[b]					6.80[b]					7.14[a]			
	Oranların ortalaması	8.17[a]	7.03[b]	6.61[c]	6.51[c]	6.39[c]											
Hamur gücü (mm)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	4.45±0.09	4.29±0.06	4.05±0.23	4.08±0.19	3.28±0.13	4.45±0.09	3.64±0.42	3.69±0.05	4.01±0.22	4.18±0.03	4.45±0.09	4.25±0.09	4.27±0.06	4.33±0.08	4.62±0.00	4.12[c]
	β-SD/GA	4.45±0.09	4.17±0.06	4.23±0.12	4.07±0.57	4.29±0.05	4.45±0.09	4.28±0.06	4.32±0.10	4.48±0.15	4.33±0.11	4.45±0.09	4.29±0.09	4.37±0.05	4.33±0.04	4.41±0.09	4.33[a]
	Bal tozu	4.45±0.09	4.23±0.05	4.17±0.08	4.18±0.08	4.06±0.18	4.45±0.09	4.23±0.05	4.17±0.08	4.18±0.08	4.06±0.18	4.45±0.09	4.23±0.05	4.17±0.08	4.18±0.08	4.06±0.18	4.22[b]
	Çeşitlerin ortalaması			4.16[b]					4.19[b]					4.31[a]			
	Oranların ortalaması	4.45[a]	4.18[b]	4.16[b]	4.21[b]	4.12[b]											

* Farklı harf ile yapılan kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4.25'te görüleceği gibi farklı kaplama materyalleri ile üretilen mikroenkapsüller ve bal tozları arasında yapışkanlık değeri bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$). Maltodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerin ilavesi β-siklodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllere göre daha yüksek yapışkanlık göstermektedir. Şekil 4.17'den görüleceği gibi oranlar arasında da istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır. Grafikte x ekseninde çeşitler yer alırken y ekseninde hamur yapışkanlıkları yer almaktadır. Farklı oranlarda ilave edilen bal tozu ve mikroenkapsüller ayrı grafikler halinde gösterilmiştir. İlave edilme oranının artması hamur yapışkanlığının azalmasına neden olmuştur. Bunun nedeni ise propolis ekstraksiyonu sırasında yağ benzeri yapıların çözücü ile çözünerek mikroenkapsül yapısına karışması ve ilave edilme oranı arttıkça protein oranının artmasıdır. İlave edilme oranı arttıkça bu yapılar yapışkanlığın azalmasına neden olmuştur. Yine maltodekstrin/gam arabik ile yapılan mikroenkapsüllerin ilavesi β-siklodekstrin/gam arabik ile yapılan mikroenkapsüllerin ilavesinden daha yüksek yapışkanlığa sebep olmuştur. Bunun nedeni ise maltodekstrinin suda daha fazla çözünebilir özellikte olmasından kaynaklanmaktadır.



a)Maltodekstrin/gam arabik

b)β-Siklodekstrin/gam arabik

Şekil 4. 17. Farklı mikroenkapsüllerin hamur yapışkanlık grafikleri

4.6. Top Keklerin Özellikleri

Çizelge 4.26'da görüleceği gibi maltodekstrin/gam arabik, β-siklodekstrin/gam arabik ya da bal tozu kullanılarak üretilen top keklerin protein oranları arasında istatistiksel olarak önemli fark belirlenmemiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4. 26. Top keklerin bazı özellikleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
Protein (%)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	13.3±0.9	12.8±0.7	13.1±2.5	14.7±0.2	13.1±0.0	13.3±0.9	13.7±0.3	13.1±0.0	12.3±0.5	11.7±1.1	13.3±0.9	12.3±0.0	13.0±0.0	14.1±0.1	16.5±0.1	13.41[a]
	β-SD/GA	13.3±0.9	13.3±0.5	13.6±0.3	13.9±0.7	14.2±0.3	13.3±0.9	14.5±0.4	15.0±1.3	12.2±0.7	11.6±0.2	13.3±0.9	11.8±0.9	11.9±1.3	13.3±0.6	13.8±0.2	13.26[a]
	Bal tozu	13.3±0.9	12.4±0.3	13.9±0.1	14.2±0.3	14.4±0.2	13.3±0.9	12.4±0.3	13.9±0.1	14.2±0.3	14.4±0.2	13.3±0.9	12.4±0.3	13.9±0.1	14.2±0.3	14.4±0.2	13.62[a]
	Çeşit ortalaması			13.56[a]					13.25[a]					13.48[a]			
	Oranların ortalaması	13.25[ab]	12.89[c]	13.5[ab]	13.7[ab]	13.81[a]											
Yağ (%)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	29.9±0.1	31.0±0.0	32.3±0.1	35.7±0.4	36.0±0.5	29.9±0.1	31.56±0.1	32.0±0.5	34.8±1.1	38.2±0.3	29.9±0.1	30.0±0.1	33.8±0.7	33.9±2.7	35.7±2.7	33.00[ab]
	β-SD/GA	29.9±0.1	31.7±0.3	33.1±0.6	34.8±1.1	36.9±1.3	29.9±0.1	31.5±0.4	32.2±0.3	33.9±0.0	37.4±0.6	29.9±0.1	31.9±0.6	33.2±0.6	35.7±0.1	37.7±0.3	33.34[a]
	Bal tozu	29.9±0.1	38.4±0.6	30.0±0.1	30.2±0.3	30.7±0.9	29.9±0.1	38.4±0.6	30.0±0.1	30.2±0.3	30.7±0.9	29.9±0.1	38.4±0.6	30.0±0.1	30.2±0.3	30.7±0.9	31.87[b]
	Çeşitlerin ortalaması			32.61[a]					32.75[a]					32.82[a]			
	Oranların ortalaması	29.98[e]	33.87[b]	31.72[d]	33.29[c]	34.83[a]											
Nem (%)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	20.6±1.5	19.4±0.8	20.8±0.4	21.4±0.2	21.5±1.0	20.6±1.5	21.7±0.0	22.5±0.0	20.6±1.4	21.1±0.3	20.6±1.5	19.8±0.0	19.1±0.0	20.9±1.4	20.4±0.3	20.76[b]
	β-SD/GA	20.6±1.5	20.9±0.0	18.9±0.3	19.2±0.7	22.9±2.5	20.6±1.5	20.2±1.6	19.9±0.7	19.6±3.8	25±0.7	20.6±1.5	22.8±0.2	20.3±1.8	18.1±0.7	21.6±1.3	20.76[b]
	Bal tozu	20.6±1.5	21±0.2	21.2±0.0	24.0±0.4	28.8±1.1	20.6±1.5	21±0.2	21.2±0.0	24.0±0.4	28.8±1.1	20.6±1.5	21±0.1	21.2±0.0	24.0±0.4	28.8±1.1	23.13[a]
	Çeşitlerin ortalaması			21.47[a]					21.82[a]					21.46[a]			
	Oranların ortalaması	20.66[c]	22.01[b]	20.53[c]	20.31[c]	24.49[a]											
Kül (%)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	1.25±0.01	1.24±0.03	1.21±0.00	1.22±0.02	1.13±0.03	1.25±0.01	1.67±0.01	1.68±0.00	1.70±0.00	1.93±0.19	1.25±0.01	1.25±0.00	1.26±0.00	1.27±0.02	1.85±0.16	1.42[a]
	β-SD/GA	1.25±0.01	1.28±0.00	1.27±0.01	1.28±0.03	1.27±0.01	1.25±0.01	1.18±0.07	1.17±0.09	1.22±0.02	1.07±0.01	1.25±0.01	1.25±0.02	1.29±0.02	1.28±0.02	1.27±0.01	1.24[b]
	Bal tozu	1.25±0.01	1.80±0.15	1.78±0.06	1.25±0.04	1.26±0.01	1.25±0.01	1.80±0.15	1.78±0.06	1.25±0.04	1.26±0.01	1.25±0.01	1.80±0.15	1.78±0.06	1.25±0.04	1.26±0.01	1.47[a]
	Çeşitlerin ortalaması			1.32[c]					1.42[a]					1.38[b]			
	Oranların ortalaması	1.25[e]	1.48[a]	1.47[a]	1.29[d]	1.38[c]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Hem maltodekstrin/gam arabik hem de β-siklodekstrin/ gam arabik kullanılarak üretilen kestane propolisinin mikroenkapsüllerinde gam arabik oranı diğer kaplama materyalinden daha fazla yüzdeye sahiptir. Bu nedenle kestane propolisinin mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerin protein ve kül değerleri diğer çeşitlerden daha yüksektir. Mikroenkapsül ya da bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin katkı miktarının artması protein oranının artmasına neden olmuş, en yüksek protein miktarı ise %10 oranında MGK ilave edilerek üretilen keklerde %16.5 olarak bulunmuştur.

Propolislerin ekstraksiyonu sırasında bileşimde bulunan lipit karakterindeki maddeler de kullanılan çözücünün etkisiyle çözünerek ekstraktın yapısına karışabilmektedir. İlave edilme oranının artmasıyla yağ miktarında meydana gelen artış ekstraksiyon sırasında çözünen bu maddelerden kaynaklanmaktadır. β-siklodekstrin/gam arabik ve maltodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerin ilavesiyle üretilen keklerin yağ oranı birbirine benzerlik gösterirken, bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin ortalaması kısmen daha düşüktür (%31.87). Protein miktarında olduğu gibi ilave edilme oranının artması yağ miktarının da artmasına neden olmuş ve en yüksek yağ değeri %10 oranında β-SGK ilave edilerek üretilen keklerde belirlenmiştir. Bal tozunun ilave edilme oranının artmasıyla keklerin yağ değerinde bir farklılık gözlenmemiştir. Demir ve Kılınç (2019) tarafından yapılan çalışmada üretilen keklerin yağ oranı %24.77 olarak bildirilmiştir. Yine Ataman ve Gül (2020) kırık leblebi ununun kek kalitesine etkisi inceledikleri çalışmada yağ oranının %36.94-38.47 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

TS 13375 (TSE,2008)'e göre keklerin nem oranının %20'den fazla olması istenmezken üretilen keklerde ilave edilme oranının artması nem oranının da bir miktar artmasına neden olmuştur. Bu nem artışına mikroenkapsüllerin üretiminde kullanılan kaplama materyallerinin neden olduğu düşünülmektedir. Genel olarak mikroenkapsül ilave edilen keklerin nemi ihmal edilebilir düzeyde yüksek olmasına rağmen bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin nem oranı ilave edilme oranına bağlı olarak artmıştır. Bal tozunun en yüksek zenginleştirme oranı olan %10 oranında ilave edilmesiyle nem değeri %28.8 olarak belirlenmiştir. Bal tozunun kek karışımına ilave edilmesi ile şeker miktarı arttığı için şekerin higroskopik özelliği su tutma kapasitesini arttırmış ve üretilen keklerin nem oranı yükselmiştir. Bal tozu ikamesinin kek kalitesine etkisinin

araştırıldığı çalışmada (Demir ve Kılınç, 2019), keklerin nem değeri ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Söz konusu çalışmada maltodekstrin kullanılarak püskürtmeli kurutucuda kurutularak elde edilen bal tozu dört farklı oranda (%25, %50, %75 ve %100) pudra şekeri yerine ikame edilmiştir. Elde edilen keklerin nem değeri bal tozu oranı arttıkça artmış ve %100 eklendiğinde ise nem oranı %21.85 olarak belirlenmiştir (Demir ve Kılınç, 2019).

Kullanılan kaplama materyallerinden maltodekstrin ve β-siklodekstrinin kül oranı ön denemelerde yaklaşık %0.2, gam arabik kül oranı ise %3.9 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle mikroenkapsülasyonda gam arabik oranının artması mikroenkapsülün dolayısıyla da ilave edildiği kekin kül oranında artışa neden olmuştur. Mikroenkapsül üretiminde en düşük gam arabik çiçek propolisinin mikroenkapsülasyonunda kullanılmıştır. Bu nedenle çiçek propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği kekler en düşük mineral madde içeriğine sahiptir (%1.32). Hatta MGÇÇ'de hiç gam arabik kullanılmadığı için katkı oranının artması, kül değerinin düşmesine neden olmuştur. Bu keklerin kül değeri %1.13-1.24 arasında değişmiştir. Maltodekstrin/gam arabik ile kaplanan mikroenkapsüllerin ilave edildiği kekler ve bal tozu ile üretilen kekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken β-siklodekstrin/gam arabik ile üretilen kekler en düşük ortalamaya sahip olmuştur (%1.24). Bal tozunun şeker ile ikame edilerek kek üretiminde kullanıldığı çalışmada Demir ve Kılınç (2019) bal tozu eklenmeyen keklerin mineral madde oranını %1.36 olarak bildirilirken, %100 oranında bal tozu kullanılan keklerin mineral madde oranının %1.55 olduğu rapor edilmiştir. Çam propolisi mikroenkapsülünün kül değeri %1.42 olarak belirlenirken kestane propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği keklerin mineral madde değeri %1.38 olarak belirlenmiştir.

Protein ilavesinin muffin üzerine etkisinin incelendiği çalışmada araştırıcılar badem, soya ve süt tozu ilave edilen keklerin protein içerikleri sırasıyla %9.4, %9.1 ve %14.1 olarak belirlemişlerdir (Wendin vd. 2017). Yine yaşlı yetişkinlerin beslenme ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için kolza yağı ve süt tozu ile zenginleştirilmiş keklerin üretildiği çalışmada, süt tozu ilave edilen keklerin protein miktarı %12.4 olarak belirlenmiştir. Ekstra yağ eklendiğinde ise protein oranının %10.2 olduğu bildirilmiştir (Höglung vd. 2017).

Shih vd. (2020) tarafından kurutulmuş malt yer değiştirme prensibine göre beyaz un ve kepekli una %10, 15 ve 20 oranında eklenmiş ve kek bileşimi incelenmiştir. Protein oranı katkı oranı arttıkça yükselmiş ve kontrol grubunda %11.58 bulunan protein miktarı % 20 katkı yapıldığında %14.06 olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada yağ miktarı kontrol grubunda %33.22 ve kül ise %2.02 olarak bildirilmiştir.

Buğday ununa çeşitli baklagillerin (maş fasulyesi, börülce, nohut ve mercimek) eklenmesiyle üretilen keklerin kalitesinin incelendiği çalışmada Li vd. (2017) keklerin nem değerinin %23-28.7, proteinin %5.0-8.9 ve külün %0.9-1.6 arasında olduğunu bildirmişlerdir

Kek karışımına %8, 16 ve 24 olmak üzere üç farklı oranda kurutulmuş yaban mersini ilave edilerek üretilen keklerin kalitesinin incelendiği çalışmada kül değeri sırasıyla %1.567, %1.486 ve %1.359 olarak bildirilmiştir. Mineral maddesi düşük olan yaban mersininin ilave oranı arttıkça keklerin kül değerinde azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir (Işık vd. 2017).

Mikroenkapsüle propolis ilave edilerek üretilen keklerin uygulamalar bakımından protein, yağ ve nem değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmezken kül değerleri arasında farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). Bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin kül değeri %1.47 olarak belirlenmiştir. Propolis çeşitleri arasında ise kül değeri haricinde diğer özellikler bakımından farklılık belirlenmemiştir. En yüksek kül değeri çam propolisi mikroenkapsülünde belirlenmiştir.

4.6.1. Top keklerin fiziksel özellikleri

Kek kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri hacimdir. Kek hacmi tüketici tercihini etkilemektedir. Çizelge 4.27'de depolama süresince keklerin hacimlerinde meydana gelen değişimler verilmiştir. Kek bileşiminde bulunan maddeler (yağ, yumurta, şeker, diğer proteinler vb.) kek hacminin oluşmasında etkili olmaktadır. Protein oranı, yapısında bulunan nişasta ve diğer faktörler kek hacminin artmasına ya da azalmasına neden olabilmektedir. Kek üretiminde nişastanın çirişlenme sıcaklığının artması pişirme sırasında hamurun akışkan yapıdan katı gözenekli yapıya dönüşme

süresinin uzamasına yol açmaktadır. Bu nedenle kek hacminin artışına sebep olan reaksiyon süresi uzar ve daha yüksek hacimli kekler elde edilebilir. Ortamdaki şeker miktarının farklılığı da çirişlenme sıcaklığı üzerine önemli düzeyde etki etmektedir (Ronda ve Roos, 2008; Ronda vd., 2011).

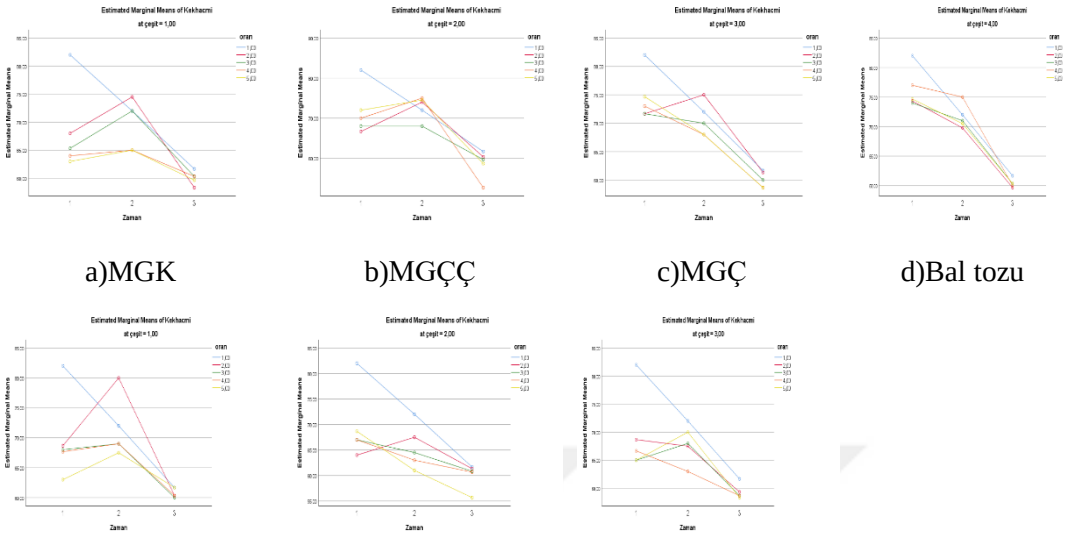
Uygulamalar arasında en düşük kek hacmi β-siklodektrin/gam arabik ilave edilen keklerde (69.69 ml) belirlenmiştir. Bal tozu ilave edilerek üretilen kekler ise kek hacmi 76.40 ml bulunmuştur. Propolis çeşitleri arasında en yüksek kek hacmine çam propolisi mikroenkapsülü (73.49 ml) ilave edilen kekler sahip olmuştur. İlave edilme oranının artmasıyla kek hacminde azalma meydana gelmiş zamana bağlı olarak su kaybının artması da kek hacmini azaltmıştır.

Çizelge 4. 27. Depolanan top keklerin hacim değerleri (ml)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	82.0±0.0	66.0±0.6	68.0±0.0	70.0±0.0	72.0±0.0	82.0±0.0	71.0±0.6	71.0±0.6	73.0±0.0	74.0±0.6	82.0±0.0	68.0±0.00	65.3±0.6	64.0±2.00	63.0±1.0	71.60^{b}
	β-SD/GA	82.0±0.0	64.0±0.1	67.0±0.0	67.0±1.0	68.0±0.6	82.0±0.0	68.0±0.6	65.0±1.0	66.0±0.6	65.0±0.0	82.0±0.0	68.7±1.5	68.0±0.0	67.7±1.5	63.0±1.0	69.69^{c}
	Bal tozu	82.0±0.0	74.0±0.6	74.0±1.0	77.0±0.0	74.7±0.6	82.0±0.0	74.0±0.6	74.0±1.0	77.0±0.0	74.67±0.6	82.0±0.0	74.0±0.6	74.0±1.0	77.0±0.0	74.7±0.6	76.40^{a}
	Çeşitlerin ortalaması			72.62^{b}					73.49^{a}					71.58^{c}			
	Oranların ortalaması	82.00^{a}	70.07^{c}	69.67^{d}	71.04^{b}	70.04^{cd}											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	72.0±0.0	74.0±0.0	68.0±0.0	75.0±0.0	74.5±0.5	72.0±0.0	75.0±0.0	70.0±0.0	68.0±4.0	68.0±0.0	72.0±0.0	74.5±0.5	72.0±0.0	65.0±0.0	65.0±.00	71.00^{a}
	β-SD/GA	72.0±0.0	67.5±1.5	64.5±1.0	63.0±0.0	61.0±1.0	72.0±0.0	67.5±2.5	68.0±0.0	63.0±1.0	70.0±0.0	72.0±0.0	80.0±0.0	69.0±3.0	69.0±0.0	67.5±0.5	68.40^{b}
	Bal tozu	72.0±0.0	69.8±0.4	71.0±0.0	75.0±0.0	70.5±0.5	72.0±0.0	69.8±0.4	71.0±0.0	75.0±0.0	70.5±0.5	72.0±0.0	69.8±0.4	71.0±0.0	75.0±0.0	70.5±0.5	71.65^{a}
	Çeşitlerin ortalaması			69.99^{b}					70.12^{b}					70.95^{a}			
	Oranların ortalaması	72.00^{a}	71.98^{a}	69.39^{b}	69.78^{b}	68.61^{c}											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD/GA	61.7±0.6	60.3±0.6	59.7±0.6	52.7±0.6	58.7±0.6	61.7±0.6	61.3±0.6	60.0±0.0	58.7±0.6	58.7±0.6	61.7±0.6	58.3±0.6	60.3±0.6	60.3±0.6	59.7±0.6	59.58^{b}
	β-SD/GA	61.7±0.6	61.3±0.6	60.8±0.6	60.7±0.3	55.7±0.6	61.7±0.6	59.3±0.6	58.7±0.6	58.7±0.6	58.3±0.6	61.7±0.6	60.3±0.6	60.0±0.0	60.3±0.3	61.7±0.6	60.06^{ab}
	Bal tozu	61.7±0.6	59.7±0.3	60.3±.0.6	60.0±0.0	60.3±0.6	61.7±0.6	59.7±0.3	60.3±0.6	60.0±0.0	60.3±0.6	61.7±0.6	59.7±0.3	60.3±0.6	60.0±0.0	60.3±0.6	60.40^{a}
	Çeşitlerin ortalaması			59.68^{c}					59.93^{b}					60.42^{a}			
	Oranların ortalaması	61.67^{a}	60.00^{b}	60.06^{b}	59.04^{c}	59.29^{c}											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Şekil 4.18'de depolama süresi boyunca kek hacimlerinde meydana gelen azalma görülmektedir. Kek ağırlığında olduğu gibi x ekseni depolama günlerini, y ekseni ise kek hacmini göstermektedir.



a)MGK b)MGÇÇ c)MGÇ d)Bal tozu

e)β-SGK f) β-SGÇÇ g) β-SGÇ

Şekil 4. 18. Zamana bağlı olarak kek çeşitlerinin hacim değişim grafiği

İlave edilme oranının artması kek hacminde azalmaya neden olmuştur. İlave edilen maddeler gluten ağlarının bütünlüğünü bozduğu için kek hacmi azalmıştır. Gam arabik oranı en yüksek olan kestane propolisi mikroenkapsülünde bu nedenle en düşük hacim değeri belirlenmiştir. Top keklerin içinde çözünmeden kalan mikroenkapsüller keklerin kabarmasını engellemiş ve bu nedenle belirtilen kekler daha düşük hacim ve hacim indeksine sahip olmuştur.

Çalışmada elde edilen verilere benzer şekilde çeşitli araştırıcıların hidrokolloid (Çınar ve Dizlek, 2018), yaban mersini tozu (Işık vd., 2017), kivi, bal kabağı ve ayva (Ergün Altay vd., 2020) gibi ürünler ilave ederek ürettikleri keklerin hacim indeksleri ilave edilme oranının artmasıyla azalmıştır.

Kek üretiminde bazı fiziksel faktörler tüketicinin tercihini etkilemekle birlikte yapılan katkılara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Simetri indeksi keklerin üst kısımlardaki yüzey yapısının belirlenebilmesi için kullanılan bir değer olup keklerin bombeli bir yapıya sahip olması durumunda pozitif, kekin çökmesi durumunda ise

negatif değer almaktadır (İpek ve Dizlek, 2018). Çizelge 4.28'de görüleceği gibi üretilen keklerin hepsi pozitif simetri indeksine sahiptir.

β-siklodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edilmesiyle üretilen keklerde simetri indeksi (8.3 mm) diğer uygulamalara göre daha düşük çıkmıştır. Çeşitler arasında simetri indeksi 10.8-11.1 mm arasında olup istatistiksel olarak önemli bir fark meydana gelmemiştir ($p<0.05$). İlave edilme oranının artmasıyla da simetri indeksinde azalma meydana gelmiştir. Kontrol kekinde 14.5 mm olarak belirlenen simetri indeksi ilave edilme oranının artmasıyla 9.6 mm (%10 ilave edilme oranı)'e düşmüştür. Artan oranlarda mikroenkapsül ya da bal tozu ilavesinin simetri indeksi üzerine olumsuz etkisi bulunmaktadır. Özellikle β-siklodekstrin/gam arabik mikroenkapsüllerinde simetri indeksinin daha çok azalmasına neden olmaktadır.

Kek merkezinden eşit uzaklıktaki iki farklı noktasından ölçülerek yanal simetrisinin belirlenmesini sağlayan tekdüzelik indeksinin ölçülen noktalarda birbirine eşit olması istenir (Dizlek vd. 2008). Üretilen keklerin tekdüzelik indeksleri arasında kullanılan kaplama yöntemi ve propolis çeşitleri bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamakla birlikte genel olarak keklerin sol tarafı sağ tarafına göre daha fazla kabarma göstermiştir. β-siklodekstrin/gam arabik mikroenkapsüllerinin ilavesi ile elde edilen keklerde tek düzellik indeksi -0.2 mm olarak belirlenirken, bal tozu ile zenginleştirilen keklerde bu değer -0.6 mm olarak belirlenmiştir. MGÇÇ ve bal tozu ilave edilerek üretilen kekler ilave edilme oranı arttıkça daha tekdüze bir yapı göstermesine rağmen β-SGÇÇ benzer bir değişim göstermemiştir.

Genel olarak top keklerin fiziksel özellikleri ele alındığında mikroenkapsüle propolis çeşitleri ilave edilerek üretilen keklerde simetri ve tek düzelik indeksinde bir farklılık belirlenmemiştir. Top keklerin tamamı bombeli bir yapıya sahip olup bal tozu ilave edilerek üretilen kekler daha yüksek simetri indeksine sahip olmuştur.

Çizelge 4. 28. Top keklerin bazı fiziksel özellikleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
Simetri İndeksi (mm)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	14.5±1.5	11.0±1.0	14.0±1.0	12.0±1.0	12.0±0.0	14.5±1.5	11.0±0.0	9.0±1.0	10.0±0.0	11.5±0.5	14.5±1.5	12.0±0.0	12.3±0.6	11.8±2.3	12.0±2.0	12.1a
	β-SD/GA	14.5±1.5	8.5±0.5	5.0±0.0	5.5±3.5	7.0±0.0	14.5±1.5	5.5±0.5	8.5±1.5	6.5±0.0	8.0±0.0	14.5±1.5	8.0±2.0	7.0±3.0	5.2±1.1	6.0±0.0	8.3b
	Bal tozu	14.5±1.5	14.6±1.2	12.0±1.0	11.7±1.2	10.0±2.0	14.5±1.5	14.6±1.2	12.0±1.0	11.7±1.2	10.0±2.0	14.5±1.5	14.6±1.2	12.0±1.0	11.7±1.2	10.0±2.0	12.6a
	Çeşit ortalaması			11.1a					10.8a					11.1a			
	Oranların ortalaması	14.5a	11.1b	10.2c	9.6c	9.6c											
Tekdüzelik İndeksi (mm)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	-1.5±1.5	-1.0±1.0	0.0±1.0	0.0±1.0	0.0±0.0	-1.5±1.5	-1.0±0.0	1.0±1.0	-2.0±0.0	-0.6±1.5	-1.5±1.5	0.0±0.0	-1.0±1.7	-1.5±2.8	0.0±0.0	-0.6a
	β-SD/GA	-1.5±1.5	0.5±0.5	-2.0±1.0	1.5±0.5	-1.0±0.0	-1.5±1.5	1.5±0.5	1.5±1.5	-0.8±1.5	-0.2±2.0	-1.5±1.5	0.0±0.0	1.0±1.0	1.0±1.0	0.0±0.0	-0.2a
	Bal tozu	-1.5±1.5	-1.7±0.5	0.0±1.0	0.0±1.0	0.0±0.0	-1.5±1.5	-1.7±0.5	0.0±1.0	0.0±1.0	0.0±0.0	-1.5±1.5	-1.7±0.5	0.0±1.0	0.0±1.0	0.0±0.0	-0.6a
	Çeşitlerin ortalaması			-0.6a					-0.5a					-0.5a			
	Oranların ortalaması	-1.5b	-0.6a	0.1b	-1.2b	-0.3b											
Pişme Kaybı (%)	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	12.0±0.2	11.7±0.2	11.8±0.1	11.8±0.3	12.1±0.2	12.0±0.2	11.9±0.4	12.2±0.1	12.7±0.2	12.1±0.3	12.0±0.2	11.9±0.2	11.9±0.3	11.8±0.2	11.6±0.3	11.9[b]
	β-SD/GA	12.0±0.2	12.8±0.5	12.8±0.4	13.1±0.3	13.3±0.2	12.0±0.2	13.2±0.3	12.9±0.2	12.4±0.3	12.5±0.3	12.0±0.2	13.3±0.4	12.6±0.3	12.9±0.3	12.4±0.1	12.7[a]
	Bal tozu	12.0±0.2	11.7±0.2	11.5±0.3	12.2±0.2	12.5±0.3	12.0±0.2	11.7±0.2	11.5±0.3	12.2±0.2	12.5±0.3	12.0±0.2	11.7±0.2	11.5±0.3	12.2±0.2	12.5±0.3	11.9[b]
	Çeşitlerin ortalaması			12.23[a]					12.29[a]					12.18[b]			
	Oranların ortalaması	12.0[c]	12.3[b]	12.1[c]	12.4[a]	12.4[a]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Top keklerde en yüksek pişme kaybına bağlı olarak en düşük kek verimine sahip olan kekler β-siklodekstrin/gam arabik ilave edilerek üretilen keklerdir. Mikroenkapsüle propolis çeşitlerinin ilave edilmesiyle üretilen keklerde en yüksek pişme kaybı %12.3 ile çam propolisi mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerde belirlenmiştir. Kestane propolisi mikroenkapsülünün ilave edilmesiyle üretilen keklerin pişme kaybı çeşitler arasında en düşük değere (%12.2) sahip olmuştur. Bu keklerin nem değeri ve kek veriminin yüksek olması pişme kaybının düşük olmasına bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Mikroenkapsülün yapısında bulunan proteinler suyu tuttuğu için pişirme sırasında meydana gelen nem kaybı diğer çeşitlere oranla daha az olmuştur. Yine ilave edilen mikroenkapsül ve bal tozu oranının artması pişme kaybının artmasına neden olmuştur. β-SGÇÇ ile zenginleştirilerek üretilen keklerin pişme kaybı %10 ilave oranında %13.27 olarak belirlenirken protein oranı daha yüksek olan MGK ilave edilen keklerde %11.6 olarak bulunmuştur.

Çeşitli araştırıcılar pişme kaybının, bileşimde kullanılan maddelere bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Örneğin yer fıstığı türevleri (İpek, 2017), Tannat üzüm posası (Bender vd.,2017), kırık leblebi unu (Ataman ve Gül, 2020) eklenmesi ile pişme kaybında azalma; Riesling üzüm posası (Bender vd., 2017), stevya ekstraktı (Palamutoğlu vd., 2018), fermente zerdeçal tozu (Wu vd., 2020), fasulye izolatı (Terzi, 2020) ilave edilmesi sonucunda ise artış meydana geldiği rapor edilmiştir.

Top keklerin fiziksel özellikleri kimyasal bileşimine bağlı olarak değişim göstermiştir. Bileşiminde daha fazla protein bulunan kekler suyu tuttukları için kek veriminin artmasına ve pişme kaybının azalmasına neden olmuştur. Çizelge 4.27'de verilen kek hacimleri incelendiğinde de bu keklerin en düşük kek hacmine sahip olduğu görülmektedir.

Top keklerin fiziksel özelliklerinden biri olan ağırlık değerleri Çizelge 4.29'da verilmiştir. Keklerin ağırlıkları depolama süresince ölçülmüş ve meydana gelen değişim belirlenmiştir. Depolamanın birinci gününde ölçülen kek ağırlıklarında uygulamalar arasında en düşük değere sahip olan kekler β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen keklerde (30.55 g) belirlenmiştir. Bal tozu ve maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerin ağırlığı 30.80 g olarak tespit edilmiştir. Depolamanın dördüncü

ve yedinci gününde de β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen kekler en düşük değere sahip olmuştur.

İlave edilen mikroenkapsül veya bal tozu oranı arttıkça kek ağırlıklarında azalma meydana gelmiştir. Wu vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada da fermente zencefil tozunun ilavesi kek ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Sadece MGK ve β-SGK ilave edilerek üretilen keklerin ağırlıkları kontrol grubuna göre daha yüksek çıkmış ve depolama süresince de daha az su kaybederek diğer keklere oranla ağırlıklarında daha az azalma meydana gelmiştir. Daha önce ifade edildiği gibi yapısında bulunan proteinler suyu tutarak kek ağırlığının artmasına neden olmuştur. Çiçek propolisi ilave edilen keklerin ağırlıkları 1. gün 30.72 g olarak belirlenmişken depolama süresince su kaybetmiş ve depolamanın 7. gününde kek ağırlığı 30.23 g olarak ölçülmüştür. %10 oranında bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin 1. günde ağırlığı 30.74 g olarak belirlenmişken 7.günde kek ağırlığı 30.16 g olmuştur. Kestane propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği kekler ise en yüksek kek ağırlığına sahip olmuştur. Depolamanın birinci gününde 30.74 g olarak belirlenen kek ağırlığı depolama sonunda 30.26 g olarak ölçülmüştür. Depolama süresine çiçek ve çam propolisi mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen kekler sırasıyla %49 ve %51 oranında su kaybederken kestane propolisi mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen kekler %48 su kaybetmiştir.

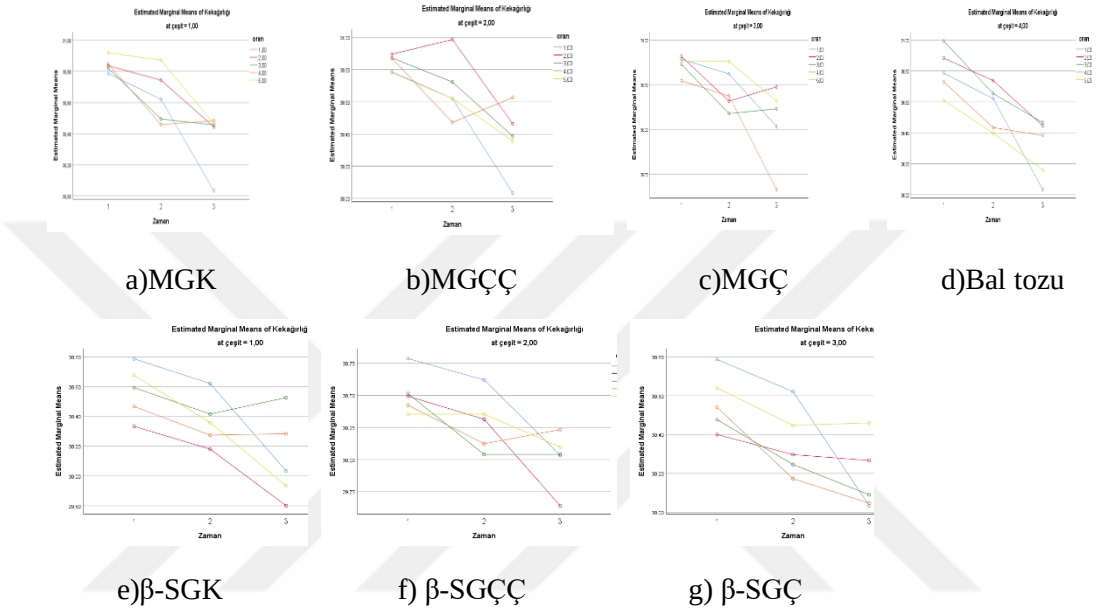
Depolamada su kaybı nedeniyle kek ağırlığındaki azalmayı önlemek amacıyla yenilebilir tritikale bazlı kaplama kullanan Bartolozzo vd. (2016) kaplama yapılan ve yapılmayan kekleri 7 gün süreyle depolamıştır. Kaplama yapılmayan kek ağırlıkları başlangıç ve 7 gün depolama ağırlıkları sırayla 29.69 g ve 27.62 g, kaplama yapılanlarda ise yine sırayla 30.77 g ve 29.24 g olduğu rapor edilmiştir.

Çizelge 4. 29. Depolanan top keklerin ağırlıkları (g)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	Ortalama
1.gün	MD/GA	30.78±0.07	30.89±0.09	30.87±0.02	30.87±0.21	30.78±0.08	30.78±0.07	30.82±12	30.72±0.04	30.54±0.09	30.77±0.07	30.78±0.07	30.83±0.02	30.82±0.02	30.85±0.04	30.92±0.04	30.80[a]
	β-SD/GA	30.78±0.07	30.49±0.16	30.51±0.09	30.42±0.13	30.35±0.07±0.09	30.78±0.07	30.40±0.10	30.48±0.06	30.54±0.12	30.64±0.07	30.78±0.07	30.33±0.13	30.59±0.10	30.45±0.09	30.68±0.05	30.55[b]
	Bal tozu	30.78±0.07	30.88±0.07	30.99±0.09	30.68±0.08	30.74±0.11	30.78±0.07	30.88±0.07	30.99±0.09	30.68±0.08	30.74±0.11	30.78±0.07	30.88±0.07	30.99±0.09	30.68±0.08	30.74±0.11	30.80[a]
	Çeşitlerin ortalaması			30.72[a]					30.69[a]					30.74[a]			
	Oranların ortalaması	30.79[a]	30.71[b]	30.78[a]	30.65[c]	30.66[c]											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	30.62±0.09	30.99±0.36	30.72±0.13	30.47±0.29	30.62±0.30	30.62±0.09	30.31±0.16	30.17±0.30	30.37±0.34	30.76±0.53	30.62±0.09	30.74±0.11	30.74±0.19	30.49±0.15	30.87±0.28	30.59[a]
	β-SD/GA	30.62±0.09	30.31±0.11	30.04±0.20	30.12±0.04	30.35±0.03	30.62±0.09	30.29±0.06	30.24±0.02	30.17±0.32	30.44±0.04	30.62±0.09	30.18±0.82	30.18±0.54	30.41±0.03	30.36±0.29	30.34[b]
	Bal tozu	30.62±0.09	30.62±0.56	30.73±0.36	30.65±0.21	30.39±0.77	30.62±0.09	30.62±0.56	30.73±0.36	30.65±0.21	30.39±0.77	30.62±0.09	30.62±0.56	30.73±0.36	30.65±0.21	30.39±0.77	30.57[a]
	Çeşitlerin ortalaması			30.51[a]					30.46[a]					30.52[a]			
	Oranların ortalaması	30.62[a]	30.56[a]	30.5[ab]	30.35[b]	30.51[ab]											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	30.03±0.00	30.46±0.00	30.39±0.00	30.63±0.00	30.36±0.01	30.03±0.00	30.48±0.00	30.23±0.02	29.32±1.14	30.32±0.00	30.03±0.00	30.44±0.00	30.46±0.00	30.48±0.00	30.46±0.00	30.28[a]
	β-SD/GA	30.03±0.00	29.64±0.55	29.64±0.03	30.23±0.05	30.09±0.05	30.03±0.00	30.27±0.03	30.09±0.06	30.05±0.05	30.46±0.05	30.03±0.00	29.80±0.2	30.53±0.41	30.28±0.00	29.93±0.06	30.10[b]
	Bal tozu	30.03±0.00	30.45±0.01	30.47±0.01	30.38±0.09	30.16±0.01	30.03±0.00	30.45±0.01	30.47±0.01	30.38±0.09	30.16±0.01	30.03±0.00	30.45±0.01	30.47±0.01	30.38±0.09	30.16±0.01	30.29[a]
	Çeşitlerin ortalaması			30.23[a]					30.18[a]					30.26[a]			
	Oranların ortalaması	30.03[b]	30.27[a]	30.35[a]	30.24[a]	30.23[a]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Şekil 4.19’da zamana bağlı olarak kek çeşitlerinin ağırlık değişim grafikleri verilmiştir. Grafiklerde depolama süresine kek ağırlıklarında meydana gelen azalma görülmektedir. X ekseninde depolama günleri y ekseninde ise kek ağırlıkları gösterilmektedir. Depolama süresince keklerin tamamında kek ağırlığı su kaybına bağlı olarak azalmıştır. Ancak kestane propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği keklerde kek ağırlığı diğer keklerden daha az düşüş göstermiştir.



a)MGK b)MGÇÇ c)MGÇ d)Bal tozu

e)β-SGK f) β-SGÇÇ g) β-SGÇ

Şekil 4. 19. Zamana bağlı olarak kek çeşitlerinin ağırlık değişim grafiği

Yine Şekil 4.19’da farklı oranlarda mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklerin kek ağırlıklarında meydana gelen değişim görülmektedir. Depolama süresince ilave edilme oranının arttıkça kek ağırlığında meydana gelen azalma düşmüştür. Top keklere ilave edilen mikroenkapsüller ve bal tozu suyu tuttuğu için yüksek oranda ilave edilen keklerde daha az su kaybı meydana gelmiştir.

Çalışmada üretilen kekler fiziksel özellikleri bakımından değerlendirildiğinde ağırlıklarında ve hacimlerinde depolama süresince değişimler meydana gelmiştir. Depolama süresince keklerin su kaybetmesine bağlı olarak ağırlık ve hacimlerinde azalma meydana gelmiştir. Bu değerlere bağlı olan diğer fiziksel veriler de azalmıştır. Protein içeriği yüksek olan keklerde su kaybı diğer keklere oranla daha az olduğundan depolama sonunda bu keklerde daha yüksek kek ağırlığı ve hacmi belirlenmiştir. Aynı

zamanda kek hacminin oluşmasında etkili olan şeker miktarı bal tozunda yüksek olduğu için pişirme sırasında çirişlenme sıcaklığını arttırmıştır.

4.6.2. Top keklerin renk değerleri

Unlu mamüllerin pişirilmesinde kızarmış renk önemli bir kalite kriteri olması nedeniyle pişirme öncesinde ya da pişirme sırasında ürün yüzeyinin kızartılması için yumurta sarısı, pekmez karışımı ya da pişirmede buhar uygulanması gibi çeşitli işlemler uygulanır. Bu rengin oluşmasından genellikle enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları (Maillard ve karamelizasyon) sorumludur (Purlis ve Salvadori, 2009; Capuano vd. 2009).

Karbonhidratların, sakarozun ve indirgen şekerlerin, 120 °C'nin üzerinde doğrudan ısıtılmasıyla karamelizasyon; indirgen şeker ve amino gruplarının ısıtılmasıyla Maillard reaksiyonu ya da her iki reaksiyon birlikte gerçekleşebilir (Purlis ve Salvadori, 2009). Bu reaksiyonlar sonucunda oluşan melanoidin gibi bileşenler renk ve aroma oluşumundan sorumludur. Ayrıca oluşan bu bileşenler antioksidan, antialerjik ve antimikrobiyal ürünlerin oluşumuyla ilişkilendirilmiştir (Miralles vd. 2007; Carmelina vd. 2007; Purlis ve Salvadori, 2009; Yıldız vd. 2010; Ertop ve Sarıkaya, 2017). Çeşitli fırın ürünlerinde oluşan renk, ürünün tüketici tarafından tercihini etkilemektedir. Fırın ürünlerinden biri olan kekin rengi de tüketicilerin tercihini etkileyen bir kalite parametresidir.

Çalışmada üretilen keklerin renk özellikleri dış ve iç renk olarak ayrı ayrı ele alınmıştır. Dış rengin oluşmasında pişirmenin etkisiyle meydana gelen maillard reaksiyonu ve karamelizayon sorumluyken iç rengi oluşumunda keklerin zenginleştirilmesinde kullanılan maddeler sorumludur.

Üretilen keklerin dış renklerindeki değişimler Çizelge 4.30, Çizelge 4.31 ve Çizelge 4.32'de görülmektedir. Çizelgelerde kabuk rengini oluşturan L, a ve b değerleri verilmiştir. Kabuk renginde L değerinin düşük olması, koyu kabuk renginin göstergesidir.

Çizelge 4. 30. Top keklerin kabuk L değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	57.92± 4.53	51.19± 3.86	51.58± 2.29	52.36± 0.55	52.30±2.00	57.92± 4.53	57.74± 3.47	51.31± 2.26	48.01± 1.87	45.93± 1.71	57.92± 4.53	53.05± 3.57	43.21± 2.32	41.44± 0.16	40.12± 0.47	50.47[a*]
	β-SD/GA	57.92± 4.53	51.46± 0.90	46.72± 1.15	46.32± 0.55	41.31±1.13	57.92± 4.53	50.40± 1.40	48.70± 1.80	50.19± 1.86	47.89± 0.56	57.92± 4.53	47.11± 1.87	46.03± 1.35	41.72± 1.14	39.18± 1.14	48.68[b]
	Bal tozu	57.92± 4.53	47.11± 2.67	46.03± 3.21	46.72± 1.53	46.39±2.18	57.92± 4.53	47.11± 2.67	46.03± 3.21	41.72± 1.53	46.39± 2.18	57.92± 4.53	47.11± 2.67	46.03± 3.21	41.72± 1.53	46.39± 2.18	46.39[c]
	Çeşitlerin ortalaması			49.40[a]					49.49[a]					46.64[b]			
	Oranların ortalaması	57.92[a]	49.64[b]	47.45[c]	45.02[d]	42.63[e]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	59.06± 1.64	50.71± 2.44	53.89± 1.66	47.94± 1.71	51.99±3.62	59.06± 1.64	43.30± 0.11	47.83± 0.44	46.82± 4.77	42.71± 0.38	59.06± 1.64	50.66± 0.87	43.33± 1.20	41.52± 1.11	38.86± 0.57	49.12[a]
	β-SD/GA	59.06± 1.64	52.22± 1.31	44.03± 3.55	43.99± 2.17	40.41±0.76	59.06± 1.64	49.58± 2.84	44.34± 2.27	47.48± 2.32	45.88± 1.93	59.06± 1.64	46.34± 0.69	42.37± 1.47	38.76± 2.71	35.84± 0.77	47.23[b]
	Bal tozu	59.06± 1.64	46.34± 3.48	42.37± 2.61	38.76± 3.04	35.84±4.17	59.06± 1.64	46.34± 3.48	42.37± 2.61	38.76± 3.04	35.84± 4.17	59.06± 1.64	46.34± 3.48	42.37± 2.61	38.76± 3.04	35.84± 4.17	44.47[c]
	Çeşitlerin ortalaması			48.38[a]					47.29[b]					45.21[c]			
	Oranların ortalaması	12.98[d]	14.73[a]	13.87[b]	13.43[c]	12.69[d]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD	60.85± 0.02	49.53± 0.14	49.73± 0.50	52.89± 1.56	49.68±0.70	60.85± 0.02	55.31± 1.12	50.09± 1.04	46.51± 0.12	45.26± 0.68	60.85± 0.02	47.86± 0.83	42.53± 0.53	41.15± 1.59	38.46± 0.11	50.10[a]
	SD	60.85± 0.02	50.71± 0.02	43.29± 0.15	44.65± 0.31	41.68±0.18	60.85± 0.02	48.86± 0.37	46.32± 0.04	49.83± 1.17	44.33± 0.14	60.85± 0.02	44.82± 2.34	46.02± 0.69	40.90± 1.76	37.32± 0.38	48.08[b]
	Bal tozu	60.85± 0.02	44.82± 0.13	46.02± 0.17	40.90± 0.78	37.32±0.04	60.85± 0.02	44.82± 0.13	46.02± 0.17	40.90± 0.78	37.32± 0.04	60.85± 0.02	44.82± 0.13	46.02± 0.17	40.90± 0.78	37.32± 0.04	45.98[c]
	Çeşitlerin ortalaması			48.92[a]					49.21[a]					46.04[b]			
	Oranların ortalaması	60.85[a]	47.95[b]	46.22[c]	44.29[d]	40.97[e]											
Zaman	Çeşitlerin ortalaması			48.89[a]					48.49[a]					45.96[b]			49.89[a]
	Oranların ortalaması	59.28[a]	48.49[b]	46.15[c]	43.95[d]	41.32[e]											47.99[b]
																	45.62[c]

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4. 31. Top keklerin kabuk a değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama Ortalaması
1.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	12.88± 1.99	14.97± 1.38	12.62± 1.04	12.09± 1.05	12.44±1.17	12.88± 1.99	12.78± 1.46	10.73± 1.05	11.48± 1.02	13.12± 1.00	12.88± 1.99	13.44± 1.81	13.21± 0.32	11.79± 0.20	11.57± 0.30	12.59[a]
	β-SD/GA	12.88± 1.99	12.02± 1.14	12.98± 0.39	12.03± 0.54	12.90±0.19	12.88± 1.99	14.23± 0.39	12.46± 0.75	11.19± 0.79	11.05± 1.12	12.88± 1.99	13.49± 0.51	12.04± 0.54	12.77± 0.08	12.77± 0.22	12.57[a]
	Bal tozu	12.88± 1.99	13.49± 1.38	12.04± 0.21	12.77± 0.42	12.76±0.61	12.88± 1.99	13.49± 1.38	12.04± 0.21	12.77± 0.42	12.76± 0.61	12.88± 1.99	13.49± 1.38	12.04± 0.21	12.77± 0.42	12.76± 0.61	12.79[a]
	Çeşitlerin ortalaması			12.78[a]					12.45[a]					12.72[a]			
	Oranların ortalaması	12.88[b]	13.49[a]	12.42[c]	12.8[c]	12.46[bc]											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	12.98± 0.52	15.66± 1.19	13.14± 1.19	14.69± 0.25	11.62±0.37	12.98± 0.52	14.78± 0.47	14.06± 2.21	12.66± 1.94	13.80± 0.95	12.98± 0.52	13.24± 0.71	14.67± 0.46	12.58± 0.36	12.67± 0.47	13.47[a]
	β-SD/GA	12.98± 0.52	12.49± 0.76	14.43± 0.54	12.48± 0.12	13.65±0.31	12.98± 0.52	15.76± 0.94	13.59± 0.75	12.41± 1.37	12.07± 0.61	12.98± 0.52	15.67± 0.77	13.86± 0. 25	14.02± 0.08	12.59± 0.98	13.43[a]
	Bal tozu	12.98± 0.52	15.67± 0.98	13.86± 0.93	14.02± 0.53	12.59±0.31	12.98± 0.52	15.67± 0.98	13.86± 0.93	14.02± 0.53	12.59± 0.31	12.98± 0.52	15.67± 0.98	13.86± 0.93	14.02± 0.53	12.59± 0.31	13.72[a]
	Çeşitlerin ortalaması			13.52[a]					13.58[a]					13.52[a]			
	Oranların ortalaması	12.98[d]	14.73[a]	13.87[b]	13.43[c]	12.69[d]											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	11.88± 0.10	16.30± 0.08	13.01± 0.73	11.76± 0.06	12.85±0.35	11.88± 0.10	10.76± 0.03	11.20± 0.17	13.67± 0.08	14.68± 0.08	11.88± 0.10	13.08± 0.32	13.62± 0.27	10.36± 0.64	11.01± 0.16	12.53[b]
	β-SD/GA	11.88± 0.10	13.95± 0.07	14.60± 0.02	11.81± 0.25	14.36±0.10	11.88± 0.10	15.21± 0.00	13.58± 0.03	11.78± 0.23	11.62± 0.05	11.88± 0.10	15.33± 1.02	13.25± 0.00	12.82± 0.70	12.82± 0.15	13.12[a]
	Bal tozu	11.88± 0.10	15.33± 0.21	13.25± 0.11	12.82± 0.44	12.82±0.00	11.88± 0.10	15.33± 0.21	13.25± 0.11	12.82± 0.44	12.82± 0.00	11.88± 0.10	15.33± 0.21	13.25± 0.11	12.82± 0.44	12.82± 0.00	13.22[a]
	Çeşitlerin ortalaması			13.23[a]					12.82[b]					12.81[b]			
	Oranların ortalaması	11.88[e]	14.51[a]	13.22[b]	12.29[d]	12.87[c]											
Zaman	Çeşitlerin ortalaması			13.18[a]					12.95[a]					13.02[a]			12.86[b]
	Oranların ortalaması	12.58[c]	14.24[a]	13.11[b]	12.64[c]	12.67[c]											13.04[ab]
																	13.24[a]

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4. 32. Top keklerin kabuk b değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	26.65±1.29	24.15±1.69	23.68±0.91	24.44±0.37	18.29±0.89	26.65±1.29	23.29±1.18	23.57±0.93	22.04±0.74	21.03±0.90	26.65±1.29	23.17±0.69	19.03±1.08	17.62±0.13	16.89±0.22	22.88[a]
	β-SD/GA	26.65±1.29	23.25±0.59	21.14±0.58	20.72±0.15	18.29±0.68	26.65±1.29	23.45±0.59	21.92±0.74	22.18±0.61	20.82±0.35	26.65±1.29	21.38±1.04	20.25±0.49	18.7±0.81	16.86±0.66	21.89[b]
	Bal tozu	26.65±1.29	21.38±0.71	20.25±1.65	18.27±0.68	16.86±1.00	26.65±1.29	21.38±0.71	20.25±1.65	18.27±0.68	16.86±1.00	26.65±1.29	21.38±0.71	20.25±1.65	18.27±0.68	16.86±1.00	20.68[c]
	Çeşitlerin ortalaması			22.45[a]					22.33[a]					20.68[b]			
	Oranların ortalaması	26.65[a]	22.54[b]	21.15[c]	20.01[d]	18.76[e]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	27.77±1.01	24.75±1.28	25.73±0.24	22.99±1.11	24.59±1.99	27.77±1.01	20.43±0.08	22.26±0.22	21.49±2.17	19.78±0.38	27.77±1.01	23.16±0.12	19.54±0.45	18.13±0.59	16.59±0.48	22.85[a]
	β-SD/GA	27.77±1.01	24.13±0.36	20.43±2.16	19.84±1.26	18.39±0.38	27.77±1.01	23.93±1.60	20.56±1.25	21.69±0.73	20.73±0.76	27.77±1.01	21.93±0.50	19.31±0.76	17.23±1.54	15.19±0.49	21.78[b]
	Bal tozu	27.77±1.01	21.93±1.55	19.31±1.10	17.23±1.94	15.19±2.45	27.77±1.01	21.93±1.55	19.31±1.10	17.23±1.94	15.19±2.45	27.77±1.01	21.93±1.55	19.31±1.10	17.23±1.94	15.19±2.45	20.29[c]
	Çeşitlerin ortalaması			22.52[a]					21.86[b]					20.53[c]			
	Oranların ortalaması	27.77[a]	22.68[b]	20.64[c]	19.23[d]	17.87[e]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD/GA	28.09±0.04	24.06±0.08	25.37±4.49	23.58±0.92	23.53±0.61	28.09±0.04	22.72±0.32	21.38±0.83	21.26±0.09	21.21±0.39	28.09±0.04	21.84±0.53	18.98±0.37	15.07±0.74	14.53±0.21	22.52[a]
	β-SD/GA	28.09±0.04	24.22±0.00	20.32±0.08	19.97±0.11	18.13±0.12	28.09±0.04	23.63±0.18	21.66±0.01	22.48±0.56	20.15±0.09	28.09±0.04	20.79±1.63	20.91±0.34	17.88±1.06	15.89±0.26	22.08[b]
	Bal tozu	28.09±0.04	20.79±0.07	20.91±0.12	17.88±0.49	15.89±0.04	28.09±0.04	20.79±0.07	20.91±0.12	17.88±0.49	15.89±0.04	28.09±0.04	20.79±0.07	20.91±0.12	17.88±0.49	15.89±0.04	20.71[c]
	Çeşitlerin ortalaması			22.66[a]					22.27[a]					20.37[b]			
	Oranların ortalaması	28.09[a]	22.18[b]	21.26[c]	19.32[d]	18.00[e]											
Zaman	Çeşitlerin ortalaması			22.54[a]					22.16[b]					20.53[c]			22.75[a]
	Oranların ortalaması	27.50[a]	22.47[b]	21.02[c]	19.52[d]	18.22[e]											21.92[b]
																	20.56[c]

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Farklı kaplama materyalleri ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ve bal tozunun ilavesi ile üretilen keklerin kabuk renginde istatistiksel olarak önemli fark oluşmuştur ($p<0.05$). Mikroenkapsül ya da bal tozunun ilave edilme oranının artması da kek kabuk rengini önemli düzeyde etkilemiştir. Depolanan keklerin 1. gününde L değeri 39.18 ile 57.92 arasında değişmiş ve en yüksek L değeri (57.92) kontrol grubu keklerde belirlenmiştir. Depolamanın diğer günlerinde de (4. ve 7. gün) en yüksek L değerine kontrol grubu kekler sahip olmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek L değerine maltodekstrin/gam arabik kullanılarak elde edilen mikroenkapsüllerin ilave edildiği kekler (50.47), en düşük L değerine ise bal tozu ilave edilerek üretilen kekler (46.39) sahip olmuştur. Bal tozu ilavesinin artmasıyla L değerinde önemli bir azalma meydana gelmiştir. Benzer sonuçları Demir ve Kılınç (2019) da elde etmişlerdir.

Mikroenkapsüle kestane propolisi ilave edilerek üretilen keklerin kabuk L değeri, çam ve çiçek propolisi mikroenkapsülü ilave edilenlere göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Depolamanın birinci, dördüncü ve yedinci gününde kestane propolisinin mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerin L değeri sırasıyla 46.64, 45.21 ve 46.04 olarak değişmiştir. Kestane propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği keklerde mikroenkapsülasyonda kullanılan gam arabik oranının yüksek olması keklerin renginin daha koyu olmasına yani L değerinin azalmasına yol açmıştır. Gam arabik diğer kaplama maddelerinden daha koyu bir renge sahiptir.

Top keklerin L değeri zamana bağlı olarak azalma göstermiştir. Depolama süresince keklerde meydana gelen su kaybı nedeniyle keklerin daha koyu göründüğü düşünülmektedir. Benzer değişim Bartolozzo vd. (2016) tarafından 7 gün depolanan keklerde belirlenmiştir. Araştırıcıların 44.50 olarak belirlediği kek kabuk renginin depolama sonunda 43.60 olduğu bildirilmiştir. Depolama sürecinde maltodekstrin/gam arabik ile enkapsüle edilen propolis ilave edilerek üretilen kekler 49.89 ile en yüksek L değerine sahip olurken β-siklodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen propolis ilave edilen keklerde L değeri 47.99 olarak belirlenmiştir. Tüm depolama sürecinde en yüksek ilave edilme oranı olan % 10 oranında zenginleştirilen kekler en düşük L değerine sahip olmuştur.

Top keklerin kırmızılık değeri (a) incelendiğinde ise depolamanın birinci gününde en yüksek a değerine (12.79) sahip olan keklerin bal tozu ilave edilerek üretilen kekler olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak uygulamalar ve mikroenkapsül çeşitleri arasında farklılık gözlenmezken oranlar arasında önemli fark bulunmuştur ($p<0.05$).

Top keklerin a değeri 13.49-10.73 arasında değişmiştir. Maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen mikroenkapsüllerle zenginleştirilen keklerin a değeri 12.59, β-siklodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsülerinin ilave edildiği keklerde 12.57 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 4. gününde bu değerler sırasıyla 13.47 ve 13.43 olarak belirlenmiştir. Depolamaya bağlı olarak en düşük a değeri 12.86 ile maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen mikroenkapsüllerle zenginleştirilen keklerde belirlenmiştir. Yine depolamaya bağlı olarak çeşitler arasında en yüksek a değeri 13.18 ile çiçek propolisinin mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerde belirlenmiştir. Depolama sonunda ilave edilme oranlarına göre keklerin a değerleri ilave edilme oranına arttıkça azalmıştır. %2.5 oranında zenginleştirilen keklerin a değeri 14.24 olarak bulunmuştur. %10 oranında zenginleştirme yapılan keklerin a değeri ise 12.67 olarak bulunmuştur.

Üretilen keklerin kabuk sarılık (b) değerlerinde ise uygulamalar arasında, çeşitler arasında ve ilave edilme oranları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Depolamanın birinci gününde maltodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde b değeri 22.88 olarak belirlenirken β-siklodekstrin/gam arabik mikroenkapsülü ilave edilen keklerde 21.89, bal tozu ilave edilen keklerde 20.68 olarak belirlenmiştir. Aynı kekler depolamanın yedinci gününde sırasıyla 22.52, 22.08 ve 20.71 değerlerine sahip olmuştur. Depolamanın birinci gününde propolis çeşitlerinin b değeri 20.68-22.45 arasında değişmiş ve çiçek propolisi mikroenkapsülü en yüksek b değerine sahip olmuştur. İlave edilme oranının artmasıyla b değeri azalmıştır. Kontrol grubunda 26.65 değerine sahip olan kekler, %10 oranında zenginleştirildiğinde ise 18.76 değerine sahip olmuştur. Tüm depolama günlerinde en yüksek kırmızılık değeri kontrol grubu keklerde belirlenmiş olup 1.,4. ve 7. günlerdeki b değeri sırasıyla 26.65, 27.77 ve 28.09 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince çiçek propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği keklerin b değeri artış göstermiş ve depolamanın 1., 4. ve 7. gününde sırasıyla 22.45, 22.52 ve 22.66 olarak belirlenmiştir.

Kestane propolisi mikroenkapsülünün ilave edilmesiyle üretilen kekler diğer propolis çeşitlerinden daha düşük b değerine (20.68) sahip olmuşlardır. MGK %2.5 oranında ilave edildiğinde üretilen keklerin b değeri depolamanın birinci gününde 23.17, %10 oranında ilave edildiğinde ise 16.89 olarak belirlenmiştir. Depolamanın yedinci gününde ise bu değerler sırasıyla 21.84 ve 14.53 olarak belirlenmiştir.

Bal tozunun depolamanın birini gününde %2.5 oranında ilavesinde sarılık değeri 26.65 olarak belirlenirken %10 oranında ilavesinde sarılık değeri 16.86'ya düşmüştür. Depolama son gününde ise %10 oranında bal tozu ilave edilen keklerin b değeri 15.89 olarak belirlenmiştir. Yine benzer sonuç Demir ve Kılınç (2019) tarafından yapılan çalışmada bulunmuştur. Bal tozu eklenmeden üretilen keklerin b değerinin 22.69 olduğu, şekerin %100 ile bal tozu ikame edildiğinde ise b değerinin 20.12 olduğu bildirilmiştir.

Dinlendirme süresinin ve kek hamuru dondurulma koşullarının kek kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada -18 ve -26°C' de 100 gün boyunca depolamışlar. 0. gün, 30. gün ve 100. günde kek kabuk rengini ölçen araştırıcılar a değerin sırasıyla 13.49, 14.91 ve 14.37; b değerini sırasıyla 15.56, 21.61 ve 17.51 olarak bildirmişlerdir. Araştırıcılar Maillard reaksiyonunun sorumlu olduğu a ve b değerinde meydana gelen farklılığın kek hamurunun pH sındaki farklılıktan kaynaklandığını bildirmişlerdir (Gomez vd. 2011).

Üretilen keklerin iç renklerini ifade eden L, a ve b değeri Çizelge 4.33, Çizelge 4.34. ve Çizelge 4.35' te verilmiştir. İç kek renginin oluşumundan kek üretiminde kullanılan katkı maddelerinin sorumlu olması nedeniyle çalışmada kullanılan mikroenkapsül ve bal tozu ilavesi keklerin iç renginde farklılıklara neden olmuştur. Üretilen keklerin iç L değeri mikroenkapsül üretiminde kullanılan kaplama maddesine, mikroenkapsül çeşidine ve katkı oranına göre önemli oranda değişmiştir. Maltodekstrin/gam arabik ile yapılan mikroenkapsüllerin ilave edildiği kekler depolama boyunca en yüksek L değerine sahip olmuştur. Aynı şekilde MGÇÇ ilave edilen kekler en yüksek L değerine sahip olmuşlardır.

Çizelge 4. 33. Top keklerin iç L değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	72.87±1.73	68.49±0.37	67.10±1.00	64.17±0.45	64.51±0.53	72.87±1.73	65.68±0.14	61.99±0.46	59.35±1.21	56.96±1.16	72.87±1.73	60.68±0.44	51.37±1.37	45.06±0.86	41.94±0.98	61.72[a]
	β-SD/GA	72.87±1.73	63.97±0.64	60.39±1.97	54.91±0.45	51.63±0.34	72.87±1.73	66.06±0.08	61.56±0.85	60.00±2.31	56.35±1.32	72.87±1.73	60.79±0.71	53.61±0.04	48.20±0.35	45.66±1.11	60.12[b]
	Bal tozu	72.87±1.73	60.79±1.29	53.61±0.77	48.20±2.25	45.66±1.25	72.87±1.73	60.79±1.29	53.61±0.77	48.20±2.25	45.66±1.25	72.87±1.73	60.79±1.29	53.61±0.77	48.20±2.25	45.66±1.25	56.23[c]
	Çeşitlerin ortalaması			61.47[a]					60.99[a]					55.61[b]			
	Oranların ortalaması	72.87[a]	63.12[b]	57.43[c]	52.92[d]	50.45[e]											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	74.91±1.02	67.01±1.79	67.84±0.31	63.82±1.58	57.74±1.84	74.91±1.02	66.52±0.95	58.07±4.14	58.85±0.88	56.28±0.17	74.91±1.02	60.51±0.69	52.63±0.14	47.29±1.28	42.3±0.60	62.26[a]
	β-SD/GA	74.91±1.02	65.71±0.81	59.06±0.21	55.26±0.06	51.49±1.88	74.91±1.02	67.38±1.32	64.69±1.79	59.48±1.77	58.39±0.38	74.91±1.02	62.75±3.57	55.36±0.17	51.67±1.53	46.17±1.07	61.48[b]
	Bal tozu	74.91±1.02	62.75±1.24	55.36±1.25	51.67±1.69	46.17±0.37	74.91±1.02	62.75±1.24	55.36±1.25	51.67±1.69	46.17±0.37	74.91±1.02	62.75±1.24	55.36±1.25	51.67±1.69	46.17±0.37	58.17[c]
	Çeşitlerin ortalaması			62.57[a]					62.02[a]					57.31[b]			
	Oranların ortalaması	74.91[a]	64.24[b]	58.19[c]	54.59[d]	51.25[e]											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	74.72±0.44	67.69±0.15	68.43±2.03	64.67±0.81	67.01±1.10	74.72±0.44	66.19±0.31	63.54±0.26	59.31±0.19	56.71±0.15	74.72±0.44	60.04±0.56	52.65±0.15	49.80±0.15	44.73±0.07	62.99[a]
	β-SD/GA	74.72±0.44	66.07±0.18	59.92±1.46	56.86±0.69	51.50±0.51	74.72±0.44	63.99±1.12	63.02±0.39	59.52±0.07	57.93±1.03	74.72±0.44	62.08±2.33	52.09±0.21	48.83±0.92	47.50±0.02	60.89[b]
	Bal tozu	74.72±0.44	62.08±0.13	52.09±0.54	48.83±0.25	47.50±0.43	74.72±0.44	62.08±0.13	52.09±0.54	48.83±0.25	47.50±0.43	74.72±0.44	62.08±0.13	52.09±0.54	48.83±0.25	47.50±0.43	57.04[c]
	Çeşitlerin ortalaması			62.45[a]					61.66[b]					56.82[c]			
	Oranların ortalaması	74.72[a]	63.59[b]	57.32[c]	53.94[d]	51.99[e]											
Zaman	Çeşitlerin ortalaması			62.17[a]					61.56[b]					56.58[c]			62.33[a]
	Oranların ortalaması	74.17[a]	63.65[b]	57.65[c]	53.82[d]	51.23[e]											60.83[b]
																	57.15[c]

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4. 34. Top keklerin iç a değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	-0.16±0.15	0.73±0.01	1.09±0.01	1.61±0.01	1.47±0.12	-0.16±0.15	1.48±0.10	2.92±0.11	3.89±0.99	4.23±0.03	-0.16±0.15	3.85±0.15	6.53±0.25	7.46±0.14	7.79±0.45	2.84^{c}
	β-SD/GA	-0.16±0.15	2.84±0.13	3.88±0.02	4.50±0.09	5.32±0.08	-0.16±0.15	1.48±0.06	2.93±0.07	3.71±0.01	4.16±0.11	-0.16±0.15	4.260.05	5.91±0.09	6.94±0.09	7.92±0.11	3.56^{b}
	Bal tozu	-0.16±0.15	4.26±0.12	5.91±0.08	6.94±0.24	7.92±0.16	-0.16±0.15	4.26±0.12	5.91±0.08	6.94±0.24	7.92±0.16	-0.16±0.15	4.26±0.12	5.91±0.08	6.94±0.24	7.92±0.16	4.97^{a}
	Çeşitlerin ortalaması			3.07^{c}					3.29^{b}					5.01^{a}			
	Oranların ortalaması	-0.16^{e}	3.05^{d}	4.56^{c}	5.44^{b}	6.07^{a}											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	-0.25±0.01	1.28±0.23	1.17±0.21	2.00±0.22	1.34±0.07	-0.25±0.01	1.88±0.06	3.26±0.24	4.07±0.21	4.45±0.12	-0.25±0.01	3.97±0.26	6.53±0.14	5.31±4.13	8.28±0.02	2.85^{c}
	β-SD/GA	-0.25±0.01	3.44±0.01	4.44±0.23	4.98±0.21	5.83±0.03	-0.25±0.01	1.93±0.23	3.39±0.05	3.74±0.09	4.17±0.08	-0.25±0.01	4.94±0.17	6.67±0.29	7.34±0.23	7.91±0.50	3.87^{b}
	Bal tozu	-0.25±0.01	4.94±0.02	6.67±0.17	7.34±0.08	7.91±0.31	-0.25±0.01	4.94±0.02	6.67±0.17	7.34±0.08	7.91±0.31	-0.25±0.01	4.94±0.02	6.67±0.17	7.34±0.08	7.91±0.31	5.23^{a}
	Çeşitlerin ortalaması			3.37^{b}					3.53^{a}					5.14^{a}			
	Oranların ortalaması	-0.25^{e}	3.58^{d}	5.05^{c}	5.49^{b}	6.19^{a}											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD/GA	0.63±0.01	1.31±0.08	1.91±0.13	2.03±0.08	1.69±0.00	0.63±0.01	2.36±0.01	3.31±0.01	4.18±0.04	4.63±0.03	0.63±0.01	4.21±0.08	6.50±0.05	7.17±0.00	7.80±0.0	3.26^{c}
	β-SD/GA	0.63±0.01	3.38±0.03	4.31±0.22	5.03±0.08	6.04±0.09	0.63±0.01	2.24±0.15	3.23±0.06	4.09±0.11	4.09±0.03	0.63±0.01	4.83±0.29	6.59±0.02	7.15±0.21	8.17±0.11	4.07^{b}
	Bal tozu	0.63±0.01	4.59±0.03	6.58±0.04	7.15±0.14	8.17±0.10	0.63±0.01	4.59±0.03	6.58±0.04	7.15±0.14	8.17±0.10	0.63±0.01	4.59±0.03	6.58±0.04	7.15±0.14	8.17±0.10	5.47^{a}
	Çeşitlerin ortalaması			3.62^{c}					3.78^{b}					5.40^{a}			
	Oranların ortalaması	0.63^{e}	3.64^{d}	5.06^{c}	5.68^{b}	6.32^{a}											
Zaman	Çeşitlerin ortalaması			3.35^{c}					3.54^{b}					5.18^{a}			2.99^{c}
	Oranların ortalaması	0.08^{e}	3.42^{d}	4.89^{c}	5.53^{b}	6.19^{a}											3.83^{b}
																	5.26^{a}

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4. 35. Top keklerin iç b değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	22.60± 0.71	21.70± 0.36	21.54± 0.55	21.29± 0.06	20.56±0.06	22.60± 0.71	19.53± 0.12	19.89± 0.24	20.41± 0.49	20.25± 0.46	22.60± 0.71	19.10± 0.09	17.71± 0.45	16.25± 0.37	16.25± 0.62	20.11[a]
	β-SD/GA	22.60± 0.71	18.74± 1.87	19.34± 0.56	18.40± 0.19	18.51±0.25	22.60± 0.71	19.65± 0.11	19.25± 0.38	18.94± 0.68	18.41± 0.56	22.60± 0.71	19.31± 0.18	18.34± 0.12	17.63± 0.11	17.41± 0.45	19.45[b]
	Bal tozu	22.60± 0.71	19.31± 0.32	18.34± 0.25	17.63± 0.96	17.41±0.48	22.60± 0.71	19.31± 0.32	18.34± 0.25	17.63± 0.96	17.41± 0.48	22.60± 0.71	19.31± 0.32	18.34± 0.25	17.63± 0.96	17.41± 0.48	19.06[c]
	Çeşitlerin ortalaması			20.04[a]					19.79[b]					18.79[c]			
	Oranların ortalaması	22.60[a]	19.55[b]	19.01[c]	18.42[d]	18.10[e]											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	22.73± 0.10	22.08± 0.74	21.64± 0.07	21.85± 0.29	21.82±0.60	22.73± 0.10	20.18± 0.22	19.02± 0.93	19.92± 0.29	20.09± 0.11	22.73± 0.10	17.94± 1.43	17.89± 0.32	16.97± 0.36	15.83± 0.17	20.23[a]
	β-SD/GA	22.73± 0.10	20.77± 0.56	19.52± 0.29	18.95± 0.03	18.93±0.66	22.73± 0.10	20.28± 0.72	19.99± 0.37	18.68± 0.42	18.53± 0.16	22.73± 0.10	20.43± 1.21	19.39± 0.31	18.73± 0.59	17.48± 0.76	19.99[b]
	Bal tozu	22.73± 0.10	20.42± 0.32	19.39± 0.22	18.73± 0.41	17.48±0.21	22.73± 0.10	20.42± 0.32	19.39± 0.22	18.73± 0.41	17.48± 0.21	22.73± 0.10	20.42± 0.32	19.39± 0.22	18.73± 0.41	17.48± 0.21	19.75[b]
	Çeşitlerin ortalaması			20.65[a]					20.06[b]					19.26[c]			
	Oranların ortalaması	22.73[a]	20.33[b]	19.51[c]	19.03[d]	18.34[e]											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	22.99± 0.15	22.05± 0.07	22.28± 0.61	21.27± 0.39	21.64±0.43	22.99± 0.15	19.69± 0.08	19.22± 0.06	19.81± 0.08	19.85± 0.04	22.99± 0.15	18.53± 0.17	17.65± 0.06	17.12± 0.06	16.14± 0.04	20.28[a]
	β-SD/GA	22.99± 0.15	20.69± 0.06	19.47± 0.58	19.23± 0.16	18.83±0.24	22.99± 0.15	19.46± 0.25	19.19± 0.02	18.61± 0.05	18.15± 0.21	22.99± 0.15	20.29± 1.05	18.61± 0.04	17.72± 0.43	18.09± 0.09	19.82[b]
	Bal tozu	22.99± 0.15	20.29± 0.19	18.61± 0.15	17.72± 0.07	18.09±0.24	22.99± 0.15	20.29± 0.19	18.61± 0.15	17.72± 0.07	18.09± 0.24	22.99± 0.15	20.29± 0.19	18.61± 0.15	17.72± 0.07	18.09± 0.24	19.54[c]
	Çeşitlerin ortalaması			20.61[a]					19.84[b]					19.19[c]			
	Oranların ortalaması	22.99[a]	20.17[b]	19.14[c]	18.54[d]	18.55[d]											
Zaman	Çeşitlerin ortalaması			20.43[a]					19.89[b]					19.08[c]			20.21[a]
	Oranların ortalaması	22.78[a]	20.01[b]	19.22[c]	18.67[d]	18.33[e]											19.75[b]
																	19.45[c]

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Kestane propolisi mikroenkapsülüne göre daha az gam arabik içeren çam mikroenkapsülünün ilave edildiği kekler daha yüksek L değerine sahip olurken kestane propolisi mikroenkapsülü ile zenginleştirilen keklerin depolama boyunca en düşük L değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 1. gününde 55.61 olan L değeri 7. günde 56.82 olarak belirlenmiştir.

Depolamaya bağlı olarak çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmiş olup çiçek propolisi mikroenkapsülü ilave edilen keklerde L değeri 61.17 olarak belirlenirken, sırasıyla çam ve kestane propolisi mikroenkapsüllerinin ilave edildiği keklerde 61.56 ve 56.58 olarak belirlenmiştir.

İlave edilme oranının artması L değerinin azalmasına sebep olmuştur. Örneğin 1. gün depolamada kontrol grubu keklerin L değeri 72.87 olarak belirlenmişken ilave edilme oranının artmasıyla L değeri azalmış ve %10 oranında zenginleştirilen keklerin L değerinin 50.45 olduğu bulunmuştur. Benzer sonuçlar 4. gün ve 7. günde de bulunmuştur.

Top keklerin iç kırmızılık (a) ve sarılık (b) değeri kaplama maddelerine, mikroenkapsül çeşidine ve ilave oranına bağlı olarak değişmiştir. İlave edilme oranının artması kırmızılık değerinin azalmasına sarılık değerinin artmasına neden olmuştur. Bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin kırmızılık değeri (5.26) mikroenkapsül ilavesi yapılan keklerden daha yüksek bulunmuştur. Maltodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edilmesiyle üretilen keklerin depolamaya bağlı olarak a değerinde istatistiksel olarak fark belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama sonunda maltodekstrin/gam arabik kullanılarak elde edilen mikroenkapsüller ile zengileştirilen keklerin kırmızılık değeri 2.99 iken β-siklodekstrin/gam arabik mikroenkapsüllerinin ilave edildiği keklerde bu değer 3.83 olarak belirlenmiştir.

Çiçek propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği keklerde depolama sonunda belirlenen kırmızılık değeri 3.35, çam ve kestane propolisi mikroenkapsüllerinin ilave edildiği keklerde ise sırasıyla 3.54 ve 5.18'dir. Yine ilave edilme oranının artması ile kırmızılık değerinde artış meydana gelmiş ve kontrol grubu keklerde kırmızılık değeri 0.08 olarak bulunurken %10 oranında zenginleştirilen keklerde bu değer 6.19 olarak belirlenmiştir.

Mikroenkapsüllerin ve bal tozunun ilave edilmesiyle depolama sonunda sarılık değerinde farklılıklar meydana gelmiştir. Maltodekstrin/gam arabik kullanılarak mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde sarılık değeri diğer uygulamalara oranla daha yüksek çıkmıştır. Depolama sonunda maltodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerin b değeri 20.21 olarak belirlenirken diğer mikroenkapsülleme yönteminde 19.75 ve bal tozunda 19.45 olarak bulunmuştur.

Çiçek propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği keklerde b değerinin depolama sonunda belirlenen değeri 20.43 iken çam propolisi mikroenkapsülü ve bal tozunda sırasıyla 19.89 ve 19.08'dir. İlave edilme oranının artması b değerinin artmasına neden olurken kontrol grubu keklerin b değeri 22.78, % 10 oranında zenginleştirilen keklerin b değeri 18.33 olarak bulunmuştur.

Keklerin kabuk ve iç renklerinde meydana gelen bu değişimler Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de görülmektedir. Şekillerden de görülebileceği gibi kabuk ve iç renkleri ilave edilme oranı arttıkça değişmiş ve yine kullanılan kaplama maddesinin değişimi de keklerin renkleri üzerinde farklılıklar meydana getirmiştir. Şekil 4.8'de MGÇÇ ve β-SGÇÇ arasındaki renk farkı net olarak görülmektedir. Çiçek propolisi mikroenkapsülasyonunda daha az gam arabik kullanılması keklerin iç renginin daha açık renkli ve daha sarımsı olmasına neden olmuştur. Yine MGK'nın mikroenkapsülasyonunda β-SGK'ya oranla daha fazla gam arabik kullanılması daha koyu iç renge sahip keklerin elde edilmesine neden olmuştur. Bal tozunda ilave edilme oranının artmasıyla kabuk renginde meydana gelen koyulaşma Şekil 4.20 ve 4.21'de görülmektedir. Diğer kaplama materyallerine oranla daha yüksek şeker içeriğine sahip olan bal tozu daha koyu kabuk renginin oluşmasına neden olmuştur. İlave edilme oranının artmasıyla da meydana gelen renk reaksiyonlarının artması kabuk renginin daha koyu olmasına sebep olmuştur.

Akai berry tozu (Kim ve Yoo, 2016), beyaz pirinç ve mayalanmış kırmızı pirinç (Choi vd., 2018), mısır bazlı protein (Bala vd., 2019), fermente zerdeçal tozu (Wu vd., 2020) gibi farklı maddelerin keklere ilavesi ile yapılan çalışmalarda ilave edilen katkıların kek rengini farklı şekillerde etkileyebileceğini belirlenmiştir.



a) MGÇÇ ilave edilerek üretilen kekler



b)β-SGÇÇ ilave edilerek üretilen kekler



c) MGÇ ilave edilerek üretilen kekler



d) β-SGÇ ilave edilerek üretilen kekler

Şekil 4. 20. Farklı oranlarda mikroenkapsül ilave edilen top kekler (Soldan sağa doğru katkı oranları %0, %2.5, %5, %7.5 ve %10)



e)MGK ilave edilerek üretilen kekler

f) β-SGK ilave edilerek üretilen kekler



g)Bal tozu ilave edilerek üretilen kekler

Şekil 4. 21. Farklı oranlarda mikroenkapsül ilave edilen top kekler (Soldan sağa doğru katkı oranları %0, %2.5, %5, %7.5 ve %10)

Sonuç olarak keklerde meydana gelen renk değerleri ilave edilen maddeye bağlı olarak değişim göstermiştir. Keklerin tüketilmesini olumsuz etkileyecek bir renk değişimi gözlenmemiştir. Ancak keklerin iç kısmında bölgesel olarak meydana gelen koyuluk ya da açıklıklar mikroenkapsüllerin çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle ortaya çıkmıştır. Çözünürlüğü düşük olan mikroenkapsüller hamur içerisinde bölgesel yığılım göstermiş ve kısmi renk yoğunluğu oluşturmuşlardır. Özellikle kestane propolisi mikroenkapsüllerinde görülen bu bölgesel renk farklılığı gam arabik oranının bu mikroenkapsüllerde fazla kullanılmasına bağlıdır. Gam arabik diğer kaplama materyallerine oranla suda daha az çözündüğü için kestane propolisi mikroenkapsülünün kek hamuru içinde homojen dağılmadığı ve bölgesel renk değişikliğine neden olduğu düşünülmektedir.

4.6.3. Top keklerin su aktivitesi

1950'lerden beri su aktivitesinin belirlenmesi su oranına göre daha çok tercih edilir bir yöntem olmuştur. Su aktivitesi gıda sanayinde önemli bir yere sahiptir. Bunun sebepleri arasında; daha kolay ölçülebilir bir değer olması, gıdanın kalitesi, teknolojik performansı ve fizyolojik işleyişi üzerine etkili olması sayılabilmektedir. Su aktivitesinin artması enzimatik ve mikrobiyolojik değişimleri hızlandırmaktadır. Bu değişimlerden biri de sağlık üzerine olumlu yönde etki eden polifenollerin yapısında meydana gelmektedir. Mikroenkapsülasyon ile ürünlerin su aktivitesi düşürülerek depolamada bu biyoaktif bileşenlerin daha uzun süre kalması amaçlanmaktadır (Yıldırım vd., 2018).

Üretilen keklerinde su aktivitesinin düşük olması hem keklerin daha uzun süre aynı kalitede depolanmasını mümkün kılacak hem de ilave edilen mikroenkapsüllerin salınım süresini arttıracaktır. Yani mikroenkapsüle edilen fenolik bileşenler daha uzun süre muhafaza edilebilecektir. Çizelge 4.36'da keklerin su aktivite değerleri verilmiştir. Bal tozu ve mikroenkapsüle propolis eklenen keklerin ve propolis çeşidine göre üretilen keklerin depolamaya bağlı olarak su aktivite değerlerinde istatistiksel olarak fark belirlenmezken ilave edilme oranına bağlı olarak fark meydana gelmiştir. Mikroenkapsül ya da bal tozu ilavesi yapılan keklerin su aktivitesi kontrol grubu keklerden daha yüksek çıkmıştır. Uygulamaya bağlı olarak su aktivitesi değeri 0.774 ile 0.777 arasında değişmiştir. Çam propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği

keklerde su aktivitesi 0.777 olarak belirlenirken, çiçek propolisi mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerde bu değer 0.764 olarak bulunmuştur.

Depolamaya bağlı olarak keklerde su kaybı yaşanması su aktivitesinin zamanla azalmasına neden olmuştur. Örneğin 1. günde katkısız olarak üretilen keklerin su aktivitesi 0.782 olarak belirlenmişken 7. günde bu değer 0.741 olarak bulunmuştur.

Buğday, elma ve bezelye lifinin ilave edilerek kek üretiminin yapıldığı bir çalışmada su aktivitesi 0.85-0.98 arasında değiştiği ve lif katkısının artmasıyla su aktivitesinin de arttığı bildirilmiştir (Struck vd., 2016). Siyah havuç diyet lif konsantresi ve ksantan gam kullanılarak yumurtasız ve glütensiz pirinç keki üretiminin yapıldığı bir çalışmada su aktivitesinin katkısız keklerde 0.92, %9 oranında siyah havuç diyet lifi eklendiğinde 0.87, aynı oranda siyah havuç lifine ilave olarak ksantan gam kullanıldığında ise 0.86 olduğu bildirilmiştir (Singh vd., 2016). Keçiboynuzu tozunun un ile yer değiştirme prensibine göre beş farklı oranda (%0,5,10,15,20) buğday ununa eklenmesiyle kek üretiminin yapıldığı başka bir çalışmada su aktivitesinin 0.905-0.912 arasında değiştiği bildirilmiştir (Cervenka vd., 2019).

Benzer çalışmalarda görüldüğü gibi ilave edilme oranının artmasıyla miktarı artan liflerin daha çok su tutması keklerin su aktivitelerinin artmasına neden olmaktadır. Su aktivitesinin artması ürünün depolama süresinde olumsuzluklar meydana gelmesine neden olmaktadır. Ancak çalışmada üretilen keklerin su aktivitelerinin güvenli sınırlar içinde kalması depolamada yaşanabilecek olumsuzluklara karşı keklerin korunmasını sağlamıştır. Şekil 4.22'de zamana bağlı olarak su aktivitesinin değişimi hem uygulamalara göre hem de propolis çeşidine göre verilmiştir. Grafiklerin a, b ve c grubu depolama günlerinde uygulamaların farklı oranlarda zenginleştirilen keklerin su aktivite değişimlerini göstermektedir. X ekseninde 1 depolamanın birinci gününü, 2 depolamanın dördüncü gününü ve 3 depolamanın yedinci gününü ifade etmektedir. Y ekseni ise su aktivite değerini göstermektedir. Yine Şekil 4.22'nin d, e ve f grubu grafikleri depolama günlerinde propolis çeşitleri ile farklı oranlarda zenginleştirilen keklerin su aktivitesi değerlerini ifade etmektedir. X ve y ekseni a, b ve c grubu grafikleri ile aynı değerleri ifade etmektedir. Grafiklerden de görüleceği gibi zamana bağlı olarak su aktivitesi azalma eğilimindedir.

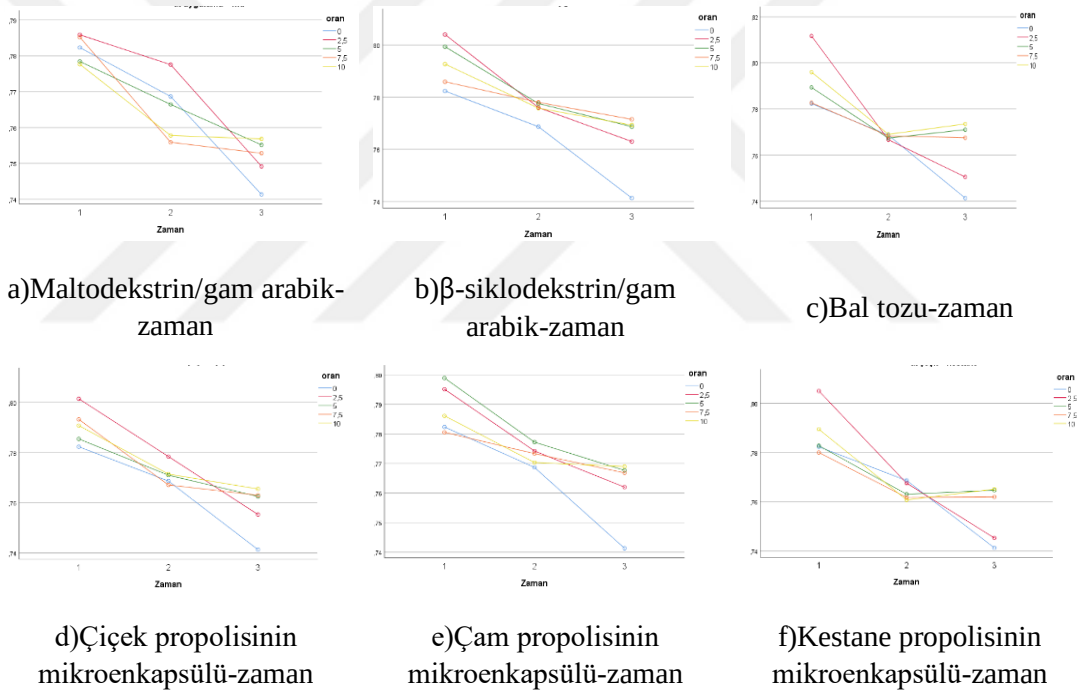
Çizelge 4. 36. Top keklerin su aktivitesi değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	0.782± 0.02	0.776± 0.00	0.766± 0.01	0.797± 0.01	0.783±0.01	0.782± 0.02	0.789± 0.01	0.800± 0.01	0.784± 0.02	0.773± 0.03	0.782± 0.02	0.792± 0.02	0.769± 0.01	0.775± 0.02	0.776± 0.00	0.782[b]
	β-SD/GA	0.782± 0.02	0.816± 0.01	0.801± 0.00	0.799± 0.00	0.793±0.00	0.782± 0.02	0.784± 0.00	0.807± 0.01	0.775± 0.01	0.789± 0.00	0.782± 0.02	0.812± 0.00	0.789± 0.01	0.783± 0.00	0.796± 0.02	0.793[a]
	Bal tozu	0.782± 0.02	0.812± 0.01	0.789± 0.02	0.783± 0.01	0.796±0.01	0.782± 0.02	0.812± 0.01	0.789± 0.02	0.783± 0.01	0.796± 0.01	0.782± 0.02	0.812± 0.01	0.789± 0.02	0.783± 0.01	0.796± 0.01	0.792[a]
	Çeşitlerin ortalaması			0.791[a]					0.788[a]					0.788[a]			
	Oranların ortalaması	0.782[b]	0.801[a]	0.789[a]	0.785[b]	0.788[b]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	0.769± 0.00	0.781± 0.00	0.776± 0.01	0.752± 0.00	0.723±0.00	0.769± 0.00	0.782± 0.00	0.769± 0.01	0.767± 0.02	0.756± 0.00	0.769± 0.00	0.769± 0.00	0.755± 0.02	0.749± 0.01	0.744± 0.00	0.765[b]
	β-SD/GA	0.769± 0.00	0.787± 0.00	0.770± 0.00	0.781± 0.00	0.773±0.00	0.769± 0.00	0.774± 0.00	0.795± 0.00	0.785± 0.00	0.786± 0.01	0.769± 0.00	0.767± 0.00	0.767± 0.00	0.768± 0.00	0.769± 0.01	0.775[a]
	Bal tozu	0.769± 0.00	0767± 0.00	0.768± 0.01	0.768± 0.01	0.769±0.01	0.769± 0.00	0767± 0.00	0.768± 0.01	0.768± 0.01	0.769± 0.01	0.769± 0.00	0767± 0.00	0.768± 0.01	0.768± 0.01	0.769± 0.01	0.768[b]
	Çeşitlerin ortalaması			0.771[a]					0.773[a]					0.764[b]			
	Oranların ortalaması	0.769[a]	0.773[a]	0.770[a]	0.767[a]	0.768[a]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD/GA	0.741± 0.00	0.749± 0.00	0.751± 0.01	0.741± 0.00	0.768±0.01	0.741± 0.00	0.764± 0.01	0.762± 0.08	0.767± 0.06	0.745± 0.04	0.741± 0.00	0.735± 0.00	0.752± 0.00	0.751± 0.00	0.749± 0.00	0.751[b]
	β-SD/GA	0.741± 0.00	0.767± 0.00	0.765± 0.00	0.781± 0.00	0.756±0.01	0.741± 0.00	0.772± 0.00	0.770± 0.00	0.766± 0.00	0.779± 0.00	0.741± 0.00	0.751± 0.00	0.771± 0.00	0.768± 0.00	0.774± 0.00	0.763[a]
	Bal tozu	0.741± 0.00	0.751± 0.00	0.771± 0.00	0.768± 0.00	0.774±0.00	0.741± 0.00	0.751± 0.00	0.771± 0.00	0.768± 0.00	0.774± 0.00	0.741± 0.00	0.751± 0.00	0.771± 0.00	0.768± 0.00	0.774± 0.00	0.761[a]
	Çeşitlerin ortalaması			0.758[b]					0.761[a]					0.756			
	Oranların ortalaması	0.741[c]	0.754[b]	0.765[a]	0.764[a]	0.767[a]											
Zaman	Çeşitlerin ortalaması			0.766[a]					0.777[a]					0.774[b]			0.776[a]
	Oranların ortalaması	0.764[b]	0.776[a]	0.775[a]	0.772[a]	0.774[a]											0.777[a] 0.774[a]

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Uygulamalar bakımından depolamaya bağlı olarak su aktivitesindeki değişimi gösteren Şekil 4.22'deki a, b ve c grafiği incelendiğinde ilave edilme oranının aratmasıyla su aktivitesinde meydana gelen azalmanın arttığı görülmektedir. Aynı şekilde depolamanın ilk gününden son gününe su aktivitesinde önemli bir azalma görülmektedir.

Şekil 4.22'nin d, e ve f grubu grafiklerinde farklı propolis mikroenkapsüllerinin zamana bağlı olarak su aktivitesinde azalma meydana geldiği görülmektedir. Kestane propolisi mikroenkapsülü ilave edilen keklerin depolamanın birinci gününden dördüncü gününe kadar su aktivitesinde hızlı bir azalma olduğu sonrasında ise azalmanın yavaşladığı görülmektedir.



a)Maltodekstrin/gam arabik-zaman

b)β-siklodekstrin/gam arabik-zaman

c)Bal tozu-zaman

d)Çiçek propolisinin mikroenkapsülü-zaman

e)Çam propolisinin mikroenkapsülü-zaman

f)Kestane propolisinin mikroenkapsülü-zaman

Şekil 4. 22. Zamana bağlı olarak uygulama ve çeşitlerin su aktivitesinin değişim grafiği

4.7. Top Keklerin Mineral Madde Miktarları

Top keklerde demir (Fe), potasyum (K) ve magnezyum (Mg) miktarları Çizelge 4.37.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 37. Top keklerin mineral madde değerleri (mg/l)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
Fe	MD/GA	0.67±0.0	0.58±0.0	0.91±0.0	0.64±0.0	0.79±0.0	0.67±0.0	0.72±0.0	0.78±0.0	0.78±0.0	1.25±0.0	0.67±0.0	0.78±0.0	0.6±0.06	0.8±0.08	0.78±0.0	0.76[a]
	β-SD/GA	0.67±0.0	0.57±0.0	0.67±0.0	0.71±0.0	0.88±0.0	0.67±0.0	0.62±0.0	0.69±0.0	0.69±0.0	0.82±0.0	0.67±0.0	0.71±0.0	0.71±0.0	0.85±0.0	1.39±0.0	0.75[a]
	Bal tozu	0.67±0.0	0.74±0.0	0.75±0.0	0.78±0.0	0.84±0.0	0.67±0.0	0.74±0.0	0.75±0.0	0.78±0.0	0.84±0.0	0.67±0.0	0.74±0.0	0.75±0.0	0.78±0.0	0.84±0.0	0.76[a]
	Çeşit ortalaması			0.73[b]					0.75[b]					0.79[a]			
	Oranların ortalaması	0.67[c]	0.76[b]	0.74[b]	0.74[b]	0.86[a]											
K	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	3.54±0.0	3.60±0.0	3.64±0.0	3.65±0.0	3.66±0.0	3.54±0.0	3.65±0.0	3.69±0.0	3.81±0.0	3.82±0.0	3.54±0.0	3.08±0.0	3.65±0.0	3.76±0.0	3.69±0.0	3.62[b]
	β-SD/GA	3.54±0.0	3.38±0.0	3.79±0.0	3.66±0.0	3.71±0.0	3.54±0.0	3.56±0.0	3.60±0.0	3.63±0.0	3.65±0.0	3.54±0.0	3.55±0.0	3.54±0.0	3.72±0.0	3.95±0.0	3.64[b]
	Bal tozu	3.54±0.0	3.78±0.0	3.76±0.0	3.74±0.0	3.73±0.0	3.54±0.0	3.78±0.0	3.76±0.0	3.74±0.0	3.73±0.0	3.54±0.0	3.78±0.0	3.76±0.0	3.74±0.0	3.73±0.0	3.71[a]
	Çeşitlerin ortalaması			3.66[b]					3.67[a]					3.63[c]			
	Oranların ortalaması	3.54[e]	3.61[d]	3.69[c]	3.72[b]	3.74[a]											
Mg	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.88±0.0	1.02±0.0	1.03±0.0	1.04±0.0	1.05±0.0	0.88±0.0	0.93±0.0	0.93±0.0	0.94±0.0	0.95±0.0	0.88±0.0	1.24±0.0	1.25±0.0	1.25±0.0	1.26±0.0	1.04[a]
	β-SD/GA	0.88±0.0	0.91±0.0	0.92±0.0	0.93±0.0	0.94±0.0	0.88±0.0	0.88±0.0	0.89±0.0	0.88±0.0	0.89±0.0	0.88±0.0	0.88±0.0	0.89±0.0	0.88±0.0	0.91±0.0	0.89[b]
	Bal tozu	0.88±0.0	0.91±0.0	0.92±0.0	0.92±0.0	0.93±0.0	0.88±0.0	0.91±0.0	0.92±0.0	0.92±0.0	0.93±0.0	0.88±0.0	0.91±0.0	0.92±0.0	0.92±0.0	0.93±0.0	0.91[b]
	Çeşitlerin ortalaması			0.94[b]					0.91[c]					0.99[a]			
	Oranların ortalaması	0.88[e]	0.95[d]	0.97[c]	0.965[b]	0.97[a]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Top keklerin Fe içerikleri uygulanan kaplama materyalinin çeşidine göre farklılık göstermemiştir. Kestane propolisi ise en yüksek 0.79 mg/l Fe içeriğine sahip olan kek olarak belirlenmiştir. İlave edilme oranlarının artmasıyla Fe miktarında artış meydana gelmiş ve en yüksek ilave oranı olan %10'da Fe içeriği 0.86 mg/l olarak belirlenmiştir. %10 MGÇÇ ilave edilerek üretilen keklerin Fe miktarı 0.78 g/l iken β-SGÇÇ ile üretilen keklerin Fe değeri 0.88 mg/l olarak belirlenmiştir. β-SGÇÇ mikroenkapsülünün Fe miktarının (0.82 mg/l) yüksek olması bu mikroenkapsülün ilave edilerek üretildiği keklerde Fe miktarının yüksek çıkmasına neden olmuştur. MGK ilave edilen keklerde ise Fe miktarı 1.39 mg/l olarak belirlenmiştir.

Top keklerde en yüksek potasyum (K) değeri 3.82 mg/l ile %10 oranında MGÇ ilave edilen keklerde belirlenmiştir. %10 oranında β-SGK ilave edilerek üretilen keklerde ise bu değer 3.65 mg/l olarak bulunmuştur. Maltodekstrin/gam arabik ve β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen mikroenkapsüllerin ortalama K değeri bakımından ise aralarında önemli bir fark oluşmamıştır. Çam propolisi mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerin K değeri (3.67 mg/l) diğer çeşitlere göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine kaplama materyalleri arasında yapılan karşılaştırmada bal tozu en yüksek (3.71 mg/l) K içeriğine sahip olan kek olarak belirlenmiştir. İlave edilme oranları açısından keklerin K değeri arasında önemli bir fark meydana gelmiş olup ($p<0.05$), K değeri 3.54 mg/l ile 3.74 mg/l arasında değişmiştir.

Maltodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde 1.04 mg/l Mg belirlenirlen, β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde Mg değeri 0.89 mg/l olarak belirlenmiştir. Mikroenkapsüller arasında en yüksek magnezyum (Mg) içeriğine sahip olan MGK (0.49 mg/l) ilave edilerek üretilen keklerde Mg içeriği diğer propolis çeşitlerine göre daha yüksek (0.99 mg/l) çıkmıştır. İlave edilme oranının artmasıyla Mg miktarı da artış göstermiş ve en yüksek Mg içeriği maltodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüllenen propolislerin ilave edildiği keklerde (1.26 mg/l) belirlenmiştir. Kontrol grubu keklerin Mg değeri 0.88 mg/l iken %10 oranında zenginleştirilen keklerin Mg değeri 0.97 mg/l olarak belirlenmiştir.

Ragi çeşidi darının malt ununun kek kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada %0, 20, 40,50, 60 ve 70 oranında ilave edilerek üretilen keklerin mineral madde içerikleri incelenmiş ve Fe içeriğinin ilave edilme oranı arttıkça artığı bildirilmiştir. Kontrol grubunda 1.84 mg/100g olan Fe içeriği %70 ilave edilme oranında 9.27 mg/100 g olduğu bildirilmiştir (Desai vd. 2010).

Acı bakla ve karabuğday unu ile zenginleştirilen glutensiz keklerin mineral madde içeriklerini belirleyen araştırıcılar ilave edilme oranının artmasıyla Fe, K ve Mg miktarının arttığını, %40 acı bakla ilave edilen keklerin Fe değerinin 1.21 mg/100 g; %20 karabuğday ilave edilen keklerin K ve Mg değerlerinin sırasıyla 218.21 mg/100 g ve 32.25 mg/100 g olduğunu rapor etmişlerdir (Levent ve Bilgiçli, 2011).

Fe lipitlerin okside olmasına neden olarak renk, aroma ve kokuda değişimlere neden olmaktadır. Una demir bileşenleri ilave edilerek depolama kalitesinin incelendiği çalışmada 8 gün sonunda oksidasyon sonucu oluşan koku, aroma ve renk değişimi nedeniyle unun kabul edilemez seviyeye geldiği bildirilmiştir (Harison vd., 1976). Bu nedenle reaksiyona girmemesi için mikroenkapsüle edilmesi gerekmektedir (Jackson ve Lee, 1991). Aynı zamanda Fe insan sağlığı açısından öneme sahip bir mineraldir ve insanlarda yokluğu sık görülür. Bu nedenle gıdaların bu mineralce zenginleştirilmesi önemlidir (Garcia-Oliveira vd., 2018). Mikroenkapsüle edilen propolisler ve bal tozu ilave edilen keklerin kontrol grubuna göre daha yüksek mineral madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. İnsan sağlığına faydası bulunan bu minerallerin sevilen bir gıda olan kekteki miktarının arttırılması keklerin daha fonksiyonel özellik kazanmasını sağlamıştır.

4.8. Depolanan Top Keklerin Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi

Depolanan keklerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktiviteleri incelenmiş elde edilen veriler Çizelge 4.38, Çizelge 4.39. ve Çizelge 4.40.'ta verilmiştir. Keklerin belirlenen özellikleri incelendiğinde β-Siklodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen keklerin toplam fenolik madde miktarı diğer uygulamalardan daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca depolama süresince de en yüksek değere sahip olmuştur. Depolamanın birinci gününde uygulamaların ortalamalarına bakıldığında 504. 85 mg GAE/100 g fenolik madde değerine sahip olan β-Siklodekstrin/gam arabik

kombinasyonu ile mikroenkapsüllenen propolislerin ilave edildiği kekler depolamanın yedinci gününde 519.35 mg GAE/100 g toplam fenolik madde değerine sahip olmuştur.

Propolis çeşitleri arasında en yüksek toplam fenolik madde miktarı çiçek propolisinin mikroenkapsülleri ilave edilen kekler olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başında çiçek propolisinin mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerde toplam fenolik madde miktarı 444.08 mg GAE/ 100 g olarak belirlenmiştir. Depolamanın 4. gününde ise bu değer 468.7 mg GAE/ 100 g olarak belirlenmiş depolama sonunda ise 459.12 mg GAE/ 100 g'a düşmüştür. Depolama süresince toplam fenolik madde miktarının artıp azalmasının sebebi olarak mikroenkapsüllerin salınımının etkili olduğu düşünülmektedir. Depolamanın 4. gününde fenolik madde salınımı gerçekleşmiş ve salınan bu maddeler nedeniyle fenolik madde miktarı depolama başlangıcına göre daha yüksek çıkmıştır. Depolamanın 1. gününde %10 MGÇÇ ilave edilerek üretilen keklerin fenolik madde miktarı 893.90 mg GAE/ 100 g olarak belirlenirken %10 β-SGÇ ilave edilerek üretilen keklerde toplam fenolik madde miktarı 695.65 mg GAE/ 100 g olarak bulunmuştur. Kestane propolisi mikroenkapsülasyonunda β-siklodekstrin/gam arabik kullanılmasının maltodekstrin/gam arabik kombinasyonundan daha iyi bir koruma sağladığı belirlenmiştir. β-SGK ilave edilen keklerde toplam fenolik madde miktarı MGK ile üretilen keklerden neredeyse 2 kat fazla çıkmıştır. %10 MGK ilave edilen keklerde toplam fenolik madde miktarı 445.15 mg GAE/100 g iken aynı oranda β-SGK ilave edilen keklerde 775.15 mg GAE/100 g'dır. İlave edilme oranlarının artması tüm depolama günlerinde toplam fenolik madde miktarının artmasına neden olmuştur. Depolamanın birinci gününde kontrol grubu keklerin toplam fenolik madde miktarı 255.7 mg GAE/100 g, %10 oranında zenginleştirilen keklerde ise 537.47 mg GAE/100g'dır. Depolamanın yedinci gününde bu değerler sırasıyla 249.3 mg GAE/100 g ve 584.75 mg GAE/ 100 g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. 38. Depolanan top keklerin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 g)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	255.65±0.49	328.65±0.47	540.9±0.219	678.99±0.02	893.90±0.14	255.65±0.49	232.98±0.21	369.99±0.22	485.82±0.26	570.99±0.40	255.65±0.49	198.92±0.49	319.82±0.26	388.82±0.27	445.15±0.21	414.79[b]
	β-SD/GA	255.65±0.49	408.49±0.68	468.99±0.02	690.82±0.63	791.82±0.26	255.65±0.49	417.65±0.50	494.81±0.26	591.15±0.21	695.65±0.48	255.65±0.49	360.98±0.02	490.95±0.08	619.32±0.45	775.15±0.2	504.85[a]
	Bal tozu	255.65±0.49	207.65±0.14	214.90±0.17	224.65±0.50	224.98±0.03	255.65±0.49	207.65±0.14	214.90±0.17	224.65±0.50	224.98±0.03	255.65±0.49	207.65±0.49	214.90±0.14	224.65±0.49	224.98±0.43	225.68[a]
	Çeşit ortalaması			444.08[a]					376.66[b]					349.21[c]			
	Oranların ortalaması	255.7[e]	292.87[d]	373.75[c]	455.79[b]	537.47[a]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	255.48±0.69	411.49±0.69	603.15±0.21	798.49±0.45	919.18±0.21	255.48±0.69	498.15±0.22	598.15±0.12	606.15±0.36	786.17±0.21	255.48±0.69	205.32±0.44	404.82±1.67	545.49±0.69	623.32±0.44	517.75[b]
	β-SD/GA	255.48±0.69	447.65±0.49	568.32±0.44	679.32±0.44	810.15±0.68	255.48±0.69	522.16±0.21	530.40±0.56	632.82±0.26	759.49±0.68	255.48±0.69	368.32±0.45	550.64±0.48	666.82±0.26	797.99	540.03[a]
	Bal tozu	255.48±0.69	142.49±086	176.49±0.69	210.32±0.44	242.49±0.68	255.48±0.69	142.49±086	176.49±0.69	210.32±0.44	242.49±0.68	255.48±0.69	142.49±086	176.49±0.69	210.32±0.44	242.49±0.68	202.23[c]
	Çeşitlerin ortalaması			468.97[a]					444.94[b]					380.06[c]			
	Oranların ortalaması	255.4[e]	343.72[d]	425.55[c]	495.37[b]	591.72[a]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD/GA	249.32±0.45	423.65±0.49	557.16±0.36	744.53±0.22	943.36±0.61	249.32±0.45	273.16±0.22	289.14±0.21	492.10±0.69	643.48±1.31	249.32±0.45	225.15±0.1	342.49±0.68	402.32±0.44	514.15±0.22	440.58[b]
	β-SD/GA	249.32±0.45	425.15±0.53	544.12±0.23	644.16±0.21	787.32±0.76	249.32±0.45	372.12±0.21	472.50±0.79	560.37±0.46	708.11±0.93	249.32±0.45	425.48±0.69	554.98±0.02	725.14±0.21	822.81±0.26	519.35[a]
	Bal tozu	249.32±0.45	171.82±1.15	186.13±1.62	223.82±0.26	277.81±0.26	249.32±0.45	171.82±1.15	186.13±1.62	223.82±0.26	277.81±0.26	249.32±0.45	171.82±1.15	186.13±1.62	223.82±0.26	277.81±0.26	217.55[c]
	Çeşitlerin ortalaması			459.12[a]					374.67[b]					369.95[c]			
	Oranların ortalaması	249.3[e]	295.58[d]	368.76[c]	471.12[b]	584.75[a]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4. 39. Depolanan top keklerin antioksidan aktivitesi (% DPPH inhibisyon)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
1.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	1.60±0.01	46.06±0.08	77.91±0.13	79.41±0.57	79.16±0.23	1.60±0.01	40.29±0.40	65.30±0.61	82.40±0.42	87.09±0.13	1.60±0.01	17.04±0.06	39.26±0.37	50.05±0.28	64.20±0.57	48.87[b]
	β-SD/GA	1.60±0.01	37.19±0.26	56.39±0.55	65.04±0.06	83.33±0.23	1.60±0.01	49.15±0.22	56.37±0.52	74.34±0.47	77.31±0.44	1.60±0.01	33.49±0.70	61.43±0.61	70.24±0.34	78.32±0.45	49.83[a]
	Bal tozu	1.60±0.01	7.24±0.34	8.17±0.24	9.05±0.06	13.09±0.12	1.60±0.01	7.24±0.34	8.17±0.24	9.05±0.06	13.09±0.12	1.60±0.01	7.24±0.34	8.17±0.24	9.05±0.06	13.09±0.12	7.33[c]
	Çeşit ortalaması			39.84[b]					40.11[a]					30.42[c]			
	Oranların ortalaması	1.60[e]	27.24[d]	41.52[c]	49.55[b]	55.52[a]											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	18.22±0.30	58.09±13	82.26±0.37	83.29±0ç41	86.40±0.57	18.22±0.30	51.43±0.61	70.29±0.42	90.41±0.57	922.36±0.51	18.22±0.30	27.38±0.54	55.07±0.09	64.39±0.56	67.11±0.15	58.88[a]
	β-SD/GA	18.22±0.30	41.07±0.09	51.39±0.54	73.34±0.47	72.46±0.65	18.22±0.30	69.07±0.09	73.19±0.27	75.28±0.39	81.84±0.23	18.22±0.30	44.23±0.32	70.14±1.94	71.37±0.62	81.56±0.19	57.30[b]
	Bal tozu	18.22±0.30	4.29±0.41	6.09±0.13	8.00±0.00	9.67±0.24	18.22±0.30	4.29±0.41	6.09±0.13	8.00±0.00	9.67±0.24	18.22±0.30	4.29±0.41	6.09±0.13	8.00±0.00	9.67±0.24	9.32[c]
	Çeşitlerin ortalaması			44.9[b]					48.35[a]					37.59[c]			
	Oranların ortalaması	18.22[e]	35.94[d]	47.88[c]	52.94[b]	56.17[a]											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	18.25±0.35	62.89±0.16	74.95±0.07	81.30±0.42	86.67±0.48	18.25±0.35	30.48±0.68	56.40±0.57	76.10±0.14	81.20±0.28	18.25±0.35	35.35±0.49	47.25±0.35	52.45±0.63	59.35±0.49	53.28[b]
	β-SD/GA	18.25±0.35	39.35±0.49	49.41±0.59	62.20±0.28	71.42±0.59	18.25±0.35	53.20±0.28	64.95±0.07	72.30±0.42	78.48±0.68	18.25±0.35	52.82±0.26	62.34±0.48	79.36±0.50	82.25±0.35	54.85[a]
	Bal tozu	18.25±0.35	5.44±0.62	7.06±0.08	8.99±0.03	9.93±0.09	18.25±0.35	5.44±0.62	7.06±0.08	8.99±0.03	9.93±0.09	18.25±0.35	5.44±0.62	7.06±0.08	8.99±0.03	9.93±0.09	8.65[c]
	Çeşitlerin ortalaması			42.58[a]					41.50[b]					37.15[c]			
	Oranların ortalaması	18.25[e]	32.27[d]	41.83[c]	50.07[b]	54.35[a]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

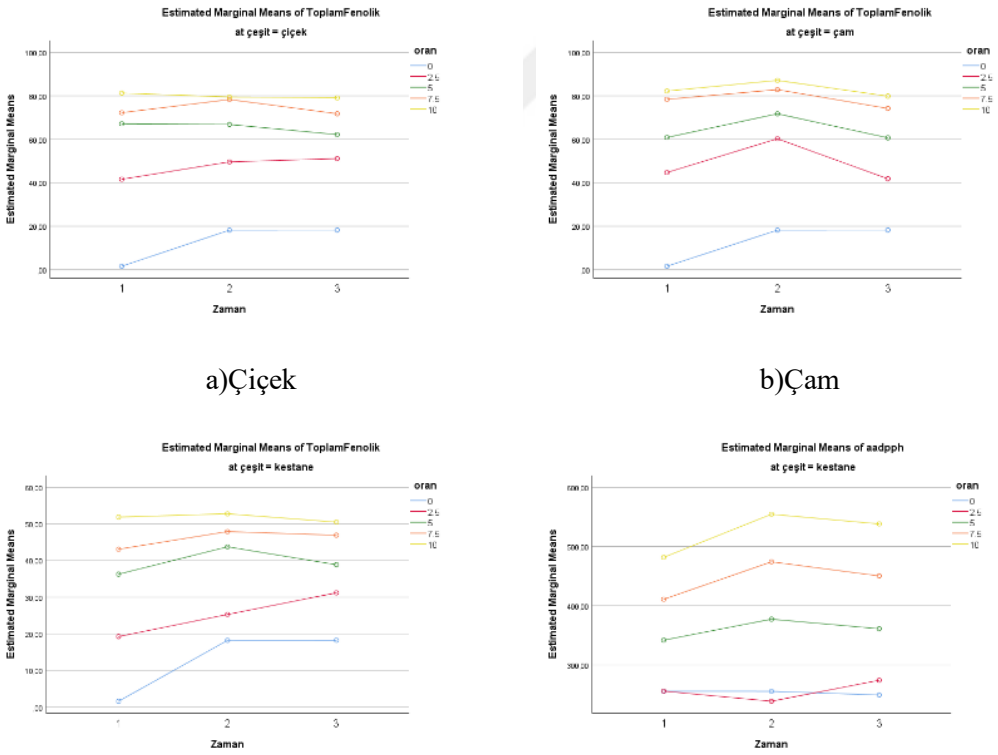
Çizelge 4. 40. Depolanan top keklerin antioksidan aktivitesi (mg TEAC/100 g)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	91.13±0.18	326.40±0.57	484.41±0.59	583.19±0.27	604.46±0.64	91.13±0.18	192.36±0.51	421.27±0.38	509.29±0.42	623.2±0.397	91.13±0.18	127.15±0.22	206.24±0.34	266.09±0.11	464.16±0.22	339.38^{b}
	β-SD/GA	91.13±0.18	265.40±0.57	404.24±0.34	435.06±0.09	556.09±0.12	91.13±0.18	236.28±0.39	481.30±0.43	521.35±3.32	616.06±0.08	91.13±0.18	243.33±0.46	466.15±2.61	516.30±1.83	504.30±0.42	367.95^{a}
	Bal tozu	91.13±0.18	118.31±0.43	134.34±0.47	184.06±0.09	215.28±0.9	91.13±0.18	118.31±0.43	134.34±0.47	184.06±0.09	215.28±0.9	91.13±0.18	118.31±0.43	134.34±0.47	184.06±0.09	215.28±0.9	140.77^{c}
	Çeşit ortalaması			314.33^{a}					308.59^{b}					247.94^{c}			
	Oranların ortalaması	91.13^{e}	201.74^{d}	311.93^{c}	363.11^{b}	434.56^{a}											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	94.00±1.41	491.15±0.64	505.35±1.90	535.20±1.69	589.65±0.49	94.00±1.41	214.40±0.56	423.90±2.69	508.29±0.57	626.55±0.99	94.00±1.41	181.30±0.42	475.80±0.28	464.16±0.2	476.27±1.03	384.93^{b}
	β-SD/GA	94.00±1.41	294.25±0.35	475.05±4.87	422.15±1.20	565.15±3.04	94.00±1.41	326.35±0.49	535.45±0.78	541.13±0.19	572.90±1.27	94.00±1.41	273.35±4.74	471.65±0.92	519.14±0.20	553.20±1.55	388.78^{a}
	Bal tozu	94.00±1.41	113.75±0.35	117.7±0.99	121.75±0.35	123.20±0.28	94.00±1.41	113.75±0.35	117.7±0.99	121.75±0.35	123.20±0.28	94.00±1.41	113.75±0.35	117.7±0.99	121.75±0.35	123.20±0.28	112.79^{c}
	Çeşitlerin ortalaması			322.47^{a}					313.15^{b}					278.22^{c}			
	Oranların ortalaması	94.00^{e}	234.64^{d}	356.96^{c}	384.59^{b}	403.12^{a}											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD/GA	91.50±0.71	513.90±0.14	536.40±0.57	571.15±0.21	601.1±0.14	91.50±0.71	180.15±0.78	409.00±1.41	519.90±1.27	616.85±2.62	91.50±0.71	202.75±1.34	269.50±0.71	417.75±1.41	442.00±1.77	370.33^{b}
	β-SD/GA	91.50±0.71	270.15±1.62	388.60±0.85	451.60±0.77	542.30±1.83	91.50±0.71	226.80±1.13	474.05±1.48	508.40±0.85	561.10±0.28	91.50±1.71	288.05±1.48	470.26±0.36	527.80±1.13	587.19±0.28	371.39^{a}
	Bal tozu	91.50±0.7	99.90±0.14	105.00±0.00	118.88±0.17	124.30±0.42	91.50±0.7	99.90±0.14	105.00±0.00	118.88±0.17	124.30±0.42	91.50±0.7	99.90±0.14	105.00±0.00	118.88±0.17	124.30±0.42	110.44^{c}
	Çeşitlerin ortalaması			321.88^{a}					294.81^{b}					261.86^{c}			
	Oranların ortalaması	91.50^{e}	220.17^{d}	318.09^{c}	372.58^{b}	413.72^{a}											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Şekil 4.23'te zamana göre mikroenkapsül ve bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin toplam fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler verilmiştir. Grafiğin x ekseninde depolama günleri y ekseninde ise toplam fenolik madde miktarı yer almaktadır. Her oran için farklı olarak gösterilen toplam fenolik madde grafikleri çiçek, çam kestane propolis mikroenkapsülü ve bal tozu ilave edilen kekler için ayrı ayrı verilmiştir. Bu grafiklerden de görüleceği gibi depolamanın başlangıcında yüksek olan fenolik madde miktarı depolamanın sonunda bir miktar azalmıştır.

Depolamayla fenolik madde miktarındaki azalmayı belirleyen benzer bir çalışma Bağdatlı (2019) tarafından yapılmıştır. Araştırıcı enkapsüle propolisin fonksiyonel gıda üretiminde kullanılmasının amaçlandığı çalışmada mikroenkapsüle propolis ilave edilen keklerin depolamanın 1. haftasında fenolik madde miktarını 687.61 mg GAE/g, 4. haftasında ise 558.44 mg GAE/g olarak raporlamıştır.



a)Çiçek b)Çam

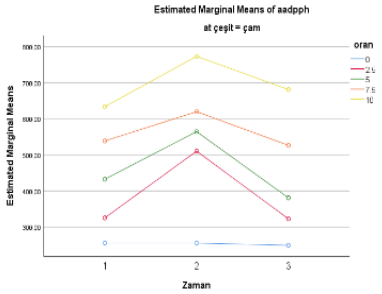
c)Kestane d)Bal tozu

Şekil 4. 23. Mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklerin zamana göre toplam fenolik madde miktarının değişim grafiği

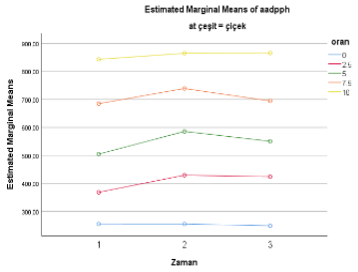
Yinbin vd. (2018) farklı kaplama ajanlarıyla erik fenoliklerini mikroenkapsüle ederek mikroenkapsüllerin özellikleri ve stabilitesi incelemişlerdir. Araştırıcılar kaplama ajanı olarak maltodekstrin/gam arabik, maltodekstrin/jelatin, maltodekstrin/kitosan ve maltodekstrin/β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonlarını kullanmışlardır. Maltodekstrin/kitosan kombinasyonunun en yüksek etkinliğe sahip olduğu, maltodekstrin/β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonunun ise maltodekstrin/gam arabik kombinasyonundan daha iyi özelliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca maltodekstrin/kitosan kombinasyonunun 60 günlük 25 ℃' depolamada tutulması %94.60 iken maltodekstrin/gam arabik kombinasyonunun en düşük tutulma değerine sahip olduğu ve depolama sürecinde hızla değerinin azaldığı bildirilmiştir. Çalışma ile benzer olarak üretilen keklerde maltodekstrin/gam arabik ile yapılan mikroenkapsüllerin ilave edildiği keklerin fenolik madde miktarı β-siklodekstrin/gam arabik ile yapılanlara göre daha düşük çıkmıştır ($p<0.05$).

Çalışmada top keklerin antioksidan aktivitesi %DPPH inhibisyonu (Çizelge 4.39.) ve mg TEAC/100 g (Çizelge 4.40.) olarak belirlenmiştir. Top keklerin β-siklodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen propolisler ile zenginleştirilmesi sonucunda %DPPH inhibisyonu depolamanın birinci gününde %49.83, yedinci gününde ise %54.85 olarak belirlenmiştir. Bal tozu ilave edilerek üretilen keklerde ise %DPPH inhibisyonu depolamanın birinci gününde %7.33 olarak belirlenmiştir. Top keklerde en yüksek %DPPH inhibisyonu çam propolisinde belirlenmiş olup depolamanın başlangıcında %40.11 iken depolamanın sonunda %41.50 olarak bulunmuştur. DPPH aktivitesine paralel olarak TEAC eşdeğerinin sırasıyla 308.59 ve 294.81 mg TEAC/ 100 g olduğu tespit edilmiştir.

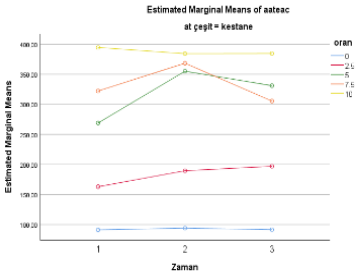
Şekil 4.24'te zamana bağlı olarak değişen antioksidan aktivitelerin grafiğinden de görüleceği gibi çiçek ve çam propolisinin antioksidan aktivitesi kestane propolisine göre daha yüksektir. Ayrıca keklere yapılan katkı oranının artmasıyla keklerin antioksidan aktiviteleri artmıştır. Grafiklerde x ekseninde depolama günler y ekseninde ise top keklerin antioksidan aktivite değerleri verilmiştir.



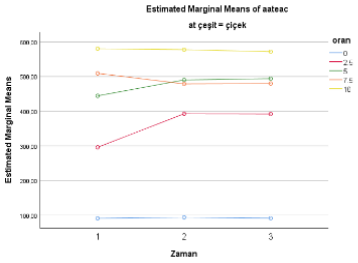
a)Çam propolisi %DPPH inhibisyonu



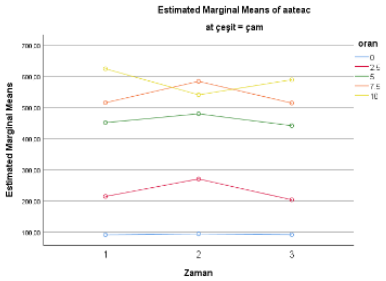
b)Çiçek propolisi %DPPH inhibisyonu



c)Kestane Propolisi antioksidan aktivitesi (TEAC)



d)Çiçek Propolisi antioksidan aktivitesi (TEAC)



e)Çam Propolisi antioksidan aktivitesi (TEAC)

Şekil 4. 24. Mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklerin zamana göre antioksidan aktivitelerinin değişim grafiği

Lee vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada beyaz pirinç, siyah pirinç ve fermente edilmiş kırmızı pirinç tozu %50 oranında buğday ununa ilave edilmiş ve keklerin DPPH süpürme aktiviteleri sırasıyla beyaz pirinç ile zenginleştirilen keklerde %18.37, kırmızı pirinçte %48.53 ve siyah pirinçte %48.38 olarak belirlendiği rapor edilmiştir.

%0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 oranında un ile yer değiştirme prensibine göre ilave edilen fermente zerdeçal tozunun antioksidan aktivitesinin kontrol grubunda %2.30 DPPH ve %40.81 ABTS olduğu ve ilave edilen oranın artmasıyla antioksidan aktivitenin arttığı

%2 oranında ilave edildiğinde ise %8.90 DPPH ve %79.74 ABTS olduğu bildirilmiştir (Wu vd., 2020).

Hindiba kökü ekstresinin ve Trabzon hurması tozunun kek üretiminde kullanılabilme olanağının incelendiği çalışmada, araştırıcılar kek üretiminde kullanılan sütün %50'si yerine karahindiba ekstresi kullanmış. Ayrıca buğday unu ile %10, 20 ve 30 oranında Trabzon hurması tozunun yer değiştirilmesiyle kek üretimini gerçekleştirmişlerdir. Üretilen keklerin fenolik madde miktarı ilave edilme oranının artmasıyla birlikte artmış ve %30 oranında Trabzon hurması ilave edilen keklerin toplam fenolik madde miktarının 2654,124 mg GAE/g kuru ağırlık olduğu bildirilmiştir (Baltacıoğlu vd. 2020).

Fenolik maddelerin insan sağlığı üzerinde olumlu faydasının bulunması nedeniyle gıdaların fenolik maddelerce zenginleştirilmesi son yıllarda araştırıcıların en çok çalıştığı konu başlıklarından biridir. Özellikle insanların günlük diyette çok daha fazla tükettikleri tahıl ürünlerinin zenginleştirilmesi önem taşımaktadır. Bu amaçla birçok çalışma yapılmaktadır. Örneğin mavi haşhaş, zerdeçal, çörek otunun ekmeğe ilavesi (Burnaz vd., 2018), chia tohumunun galetada kullanılması (Özgören vd., 2018), beyaz dutun ekmek üretiminde kullanılması (İnce ve Çağındı, 2020) gibi. Ancak fırın ürünlerinin yüksek sıcaklıkta pişirilerek üretilmesi fenolik maddelerin miktarının azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle mikroenkapsüle edilerek dış faktörlerden korunan fenolik maddelerin fırın ürünlerinde kullanılması ile tüketicilerin daha sağlıklı ürünlere ulaşmasına olanak sağlanmaktadır. Mikroenkapsüle edilen propolislerin ilavesi ile de yüksek toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktiviteye sahip keklerin üretilebildiği elde edilen verilerle desteklenmiştir.

4.9. Top Keklerin Biyoyararlılığı

Mikroenkapsül ve bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin sindirim sonrasında yapılarında bulunan fenolik maddelerinin ne kadarını muhafaza edebildikleri önemlidir. Mide ve bağırsak sindiriminden geçen kekler sindirim enzimlerine dayanıklı olmalı ki sindirim sonrasında bağırsaklar ya da mikroflorası tarafından emilerek vücuda yarar sağlayabilsin. Keklerin toplam fenolik madde ve antioksidan

aktivitelerini ne derece koruyabildiğini Çizelge 4.41. ve Çizelge 4.42'de görülebilmektedir.

Fenolik bileşenlerin biyoyararlı olabilmesi için bağırsaktaki enzimatik hidrolizden sonra veya kolonun mikroflorası tarafından emilinceye kadar kontrollü salınımı önem taşımaktadır (Jia vd. 2016; Kuck vd. 2017).

%10 oranında MGÇÇ, MGÇ ve MGK ile zenginleştirilen keklerin depolamanın birinci gününde toplam fenolik madde biyoyararlılık değeri sırasıyla %32.16, %32.95 ve %37.33 olarak belirlenmiştir. Depolamanın dördüncü gününde bu değerler yine aynı sırayla %23.10, %14.36 ve %24.52 olarak belirlenmiştir. %10 oranında MGK ilave edilerek üretilen keklerin depolama sonunda biyoyararlılık oranı %22.76 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince toplam fenolik maddenin biyoyararlılık oranı azalma oranı en az olan kekler kestane propolisinin mikroenkapsülü ilave edilen keklerdir. Kestane propolisinin mikroenkapsülünün diğer propolis mikroenkapsüllerine oranla daha yüksek biyoyararlılığa sahip olmasının nedeni mikroenkapsülasyon işleminde protein bazlı kaplama materyali olan gam arabik en yüksek oranda bu mikroenkapsülde kullanılmıştır. Sindirim enzimlerinden diğer mikroenkapsüllere oranla daha az etkilenmiş olması nedeniyle daha fazla toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Depolamaya bağlı olarak keklerin biyoyararlılıklarında azalma meydana gelmiştir. Depolama süresince mikroenkapsül yapısınından fenolik madde salınımının olması mikroenkapsüle edilen fenolik madde miktarının azalmasına neden olmuş bu yüzden de elde edilen keklerin sindirimi sonrasında biyoyararlılıklarında azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4. 41. Depolanan top keklerin toplam fenolik madde biyoyararlılık oranları (%)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	16.59±0.2	14.11±0.0	17.28±0.1	20.40±0.0	32.16±0.1	16.59±0.2	17.50±0.1	18.50±0.1	22.89±0.0	32.95±0.1	16.59±0.2	23.61±0.0	24.53±0.0	25.61±0.0	37.33±0.0	22.44[b]
	β-SD/GA	16.59±02	13.85±0.9	15.19±0.0	19.12±0.0	21.11±0.2	16.59±02	14.37±0.1	15.02±0.2	16.59±0.0	18.61±0.0	16.59±02	12.15±0.1	13.63±0.0	16.34±0.2	18.82±0.1	16.31[c]
	Bal tozu	16.59±02	27.27±0.3	32.59±0.5	40.19±0.0	40.20±0.1	16.59±02	27.27±0.3	32.59±0.5	40.19±0.0	44.60±0.1	16.59±02	27.27±0.3	32.59±0.5	40.19±0.0	44.42±0.5	32.25[a]
	Çeşitlerin ortalaması			23.18[c]					24.08[a]					23.73[b]			
	Oranların ortalaması	16.59[e]	24.18[d]	25.09[c]	25.48[b]	26.97[a]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	16.18±0.1	12.58±0.0	13.32±0.0	16.53±0.0	23.10±0.0	16.18±0.1	11.89±0.0	13.90±0.0	13.41±0.0	14.36±0.9	16.18±0.1	11.57±0.0	12.89±0.0	15.39±0.1	24.52±0.1	15.47[b]
	β-SD/GA	16.18±0.1	10.97±0.0	11.97±0.0	13.94±0.1	15.95±0.1	16.18±0.1	13.03±0.1	13.33±0.0	13.34±0.0	14.22±0.8	16.18±0.1	10.93±0.0	10.78±0.0	12.54±0.0	18.18±0.2	13.85[c]
	Bal tozu	16.18±0.1	34.13±0.6	34.58±0.1	35.24±0.5	37.61±0.6	16.18±0.1	34.13±0.6	34.58±0.1	35.24±0.5	37.66±0.2	16.18±0.1	34.13±0.6	35.24±0.5	34.58±0.1	37.45±0.1	31.55[a]
	Çeşitlerin ortalaması			20.56[a]					20.42[b]					19.86[c]			
	Oranların ortalaması	16.18[e]	20.04[d]	20.42[c]	21.30[b]	23.49[a]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD/GA	16.03±0.0	10.96±0.0	12.32±0.0	15.99±0.0	17.19±0.0	16.03±0.0	13.42±0.0	16.05±0.0	23.77±0.0	25.03±0.0	16.03±0.0	13.67±0.0	15.72±0.0	16.96±0.0	22.76±0.1	16.79[b]
	β-SD/GA	16.03±0.0	9.09±0.0	10.58±0.1	11.13±0.1	12.05±0.0	16.03±0.0	13.52±0.0	13.78±0.0	14.89±0.0	15.39±0.2	16.03±0.0	7.66±0.0	7.75±0.1	9.05±0.1	10.98±0.0	12.26[c]
	Bal tozu	16.03±0.0	8.71±0.1	22.03±0.1	29.65±0.0	30.78±0.4	16.03±0.0	22.03±0.1	25.76±0.0	29.65±0.1	30.78±0.4	16.03±0.0	22.03±0.1	28.58±0.1	29.65±0.2	30.78±0.5	25.44[a]
	Çeşitlerin ortalaması			17.24[b]					19.97[a]					17.19[b]			
	Oranların ortalaması	16.03[e]	17.19[d]	18.47[c]	18.73[d]	20.41[a]											
Zaman	Çeşitlerin ortalaması			20.33[b]					24.49[a]					20.26[b]			18.24[b]
	Oranların ortalaması	16.27[e]	21.03[d]	21.20[c]	21.97[b]	23.07[a]											14.14[c] 29.75[a]

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4. 42. Depolanan top keklerin antioksidan aktivite (%DPPH) biyoyararlılık oranları (%)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	12.26±0.4	43.71±1.0	41.70±0.0	41.93±0.4	69.69±0.2	12.26±0.4	30.53±0.5	36.77±0.9	37.52±0.7	42.53±0.6	12.26±0.4	26.12±0.0	32.53±0.1	40.94±0.1	74.76±1.7	37.04[a]
	β-SD/GA	12.26±0.4	23.16±0.3	28.18±0.9	32.61±0.3	33.95±0.4	12.26±0.4	27.33±0.2	41.89±0.9	43.77±0.3	49.23±1.3	12.26±0.4	19.42±0.0	21.17±0.3	25.58±0.3	44.88±0.1	28.55[b]
	Bal tozu	12.26±0.4	12.26±0.4	15.65±0.0	17.47±0.9	18.84±1.0	17.47±0.9	12.26±0.4	12.92±0.1	15.65±0.0	18.84±1.0	12.26±0.4	12.79±0.1	15.65±0.0	17.47±0.9	18.84±1.0	15.42[c]
	Çeşitlerin ortalaması			27.79[a]					26.95[b]					26.24[b]			
	Oranların ortalaması	12.26[e]	26.29[d]	28.29[c]	29.77[b]	38.39[a]											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	10.09±2.1	20.19±0.1	24.25±0.1	28.19±0.1	30.65±0.2	10.09±2.1	16.14±0.3	23.54±0.3	25.21±0.2	25.72±0.2	10.09±2.1	14.84±0.0	14.88±0.1	20.53±0.0	24.26±0.3	19.93[b]
	β-SD/GA	10.09±2.1	17.69±0.0	19.43±0.5	24.88±0.2	27.63±0.3	10.09±2.1	8.69±0.3	18.76±0.2	19.11±0.4	20.92±0.9	10.09±2.1	16.53±0.5	17.51±0.0	19.51±0.2	29.84±0.2	18.07[b]
	Bal tozu	10.09±2.1	2.06±6.7	93.29±4.6	63.53±0.3	95.14±4.3	10.09±2.1	2.06±6.7	93.29±4.6	63.53±0.3	72.93±1.6	10.09±2.1	2.06±6.7	93.29±4.6	63.53±0.3	33.97±3.0	47.27[a]
	Çeşitlerin ortalaması			41.94[b]					44.95[ab]					53.00[a]			
	Oranların ortalaması	10.09[c]	23.65[c]	34.99[b]	39.89[b]	40.93[a]											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	12.62±2.4	15.01±0.1	16.28±0.0	20.76±0.1	26.18±0.1	12.62±2.4	18.02±0.4	23.21±0.2	23.83±0.1	26.74±0.4	12.62±2.4	10.57±0.0	10.04±0.0	10.98±0.0	11.27±0.1	16.72[b]
	β-SD/GA	12.62±2.4	16.89±0.5	18.66±0.6	22.97±0.0	24.18±0.3	12.62±2.4	14.63±0.4	15.11±0.1	15.33±0.7	16.93±0.5	12.62±2.4	8.66±0.1	9.24±0.2	9.43±0.2	9.59±0.1	14.64[c]
	Bal tozu	12.62±2.4	80.97±0.1	90.93±3.9	96.55±0.1	90.24±0.2	12.62±2.4	90.24±0.2	90.93±3.9	96.55±0.1	80.97±3.2	12.62±2.4	80.97±0.1	90.93±3.9	96.55±0.1	90.24±0.2	75.15[a]
	Çeşitlerin ortalaması			37.00[b]					37.05[a]					30.15[c]			
	Oranların ortalaması	16.03[e]	17.19[d]	18.47[c]	18.73[b]	20.41[a]											
Zaman	Çeşitlerin ortalaması			20.33[b]					21.49[a]					20.26[b]			24.56[b]
	Oranların ortalaması	11.66[c]	37.76[b]	39.52[b]	40.58[b]	51.84[a]											20.42[c]
																	63.83[a]

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Uygulamalar arasındaki toplam fenolik maddelerin biyoyararlık oranı karşılaştırıldığında bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin %32.25 değeriyle biyoyararlılığı en yüksek kekler olduğu belirlenmiştir. Depolamaya bağlı olarak biyoyararlılık oranında azalma meydana gelmiş sırasıyla dördüncü ve yedinci günde biyoyararlılık oranı %31.55, %24.44 olarak tespit edilmiştir.

Propolis çeşitleri arasında ise mikroenkapsül ile zenginleştirilen keklerin toplam fenolik madde biyoyararlılığı en yüksek olan zenginleştirilmiş kekler çam propolisinin mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerdir. Depolamanın ilk gününde fenolik madde biyoyararlılığı %24.08 olan keklerin biyoyararlılığı depolamaya bağlı olarak azalmıştır. Depolamanın 4. gününde biyoyararlılık oranı %20.42'ye 7. gününde ise %19.97'ye düşmüştür.

Oranlar arasında ise zenginleştirilme oranının artması toplam fenolik madde miktarının biyoyararlılığının artmasına neden olmuştur. Depolama süresi sonunda kontrol grubunun toplam fenolik madde bakımından biyoyararlılığı %16.27 iken %10 oranında zenginleştirilen keklerde bu değer %23.07 olarak belirlenmiştir.

Depolanan keklerin antioksidan aktivite bakımından biyoyararlılığı incelendiğinde ise maltodekstrin/gam arabik kullanılarak mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde daha yüksek antioksidan aktivite tespit edilmiştir. Çam propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği keklerde antioksidan aktivitesi biyoyararlılığı kestane propolisi mikroenkapsülü ilave edilen keklerden yüksek çıkmıştır. Depolama başlangıcında çam propolisi mikroenkapsülü ilave edilen keklerin antioksidan aktivite açısından biyoyararlılığı %26.95 (%77.07 inhibisyon), 4. günde %44.95 (%71.45 inhibisyon) ve depolama sonunda %37.05 (64.73 inhibisyon) olarak belirlenmiştir.

Maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerin ilave edildiği keklerin antioksidan aktivite biyoyararlılığı β-siklodekstrin/gam arabik mikroenkapsüllerinin ilave edildiği keklerden daha yüksektir. Depolama sonunda ise mikroenkapsüle propolis çeşitlerin ilave edildiği kekler arasında çam propolisi mikroenkapsülünün üretildiği keklerin %21.49 ile en yüksek biyoyararlılığa sahip olduğu belirlenmiştir.

Zenginleştirme oranının artmasıyla antioksidan aktivite bakımından biyoyararlılık oranı artmış ve depolama sonunda %10 oranında zenginleştirilen keklerin %51.84 oranında biyoyararlılığa sahip olduğu belirlenmiştir.

Sprey kurutma ile protein matriksi kullanılarak mikroenkapsüle edilen propolis minas peyniri ve pudinge ilave edilerek biyoyararlığı incelenmiştir. Kaplama materyali olarak pirinç, bezelye, soya ve ovalbumin proteini kullanan araştırıcılar minas peynirinin bağırsak sindiriminden sonra pirinç, bezelye, soya ve ovalbumin proteinleri için salınım oranlarını sırasıyla %28.79, %80.82,%28.82 ve %43.96 olarak belirlemiş en iyi kontrollü salınımı sağlayanın ise bezelye proteini ile kaplı mikropartiküllerin gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir. 95℃ sıcaklık uygulanarak hazırlanan pudinglerde ise sırasıyla %100, %86.47, %55.26 ve %91.07 salınım belirlemişlerdir. İki ürün arasında meydana gelen farkın ise gıdanın işleme türü, su içeriğine bağlı olduğunu açıklamışlardır (Jansen-Alves vd., 2018).

Yapılan çalışmada üretilen keklerin biyoyararlılığı oldukça tatmin edici bulunmuştur. Üretilen kekler ısıl işlem görmesine ve sindirim enzimlerine maruz kalmasına rağmen fenolik madde bakımından depolama sonunda en az %14.14 (β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu) oranında biyoyararlı olarak belirlenmiştir. Yine maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu kullanılarak üretilen mikroenkapsüllerin β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonuna göre üretilenlerden biyoyararlılık bakımından daha faydalı olduğu belirlenmiştir.

4.10. Top Keklerin Tekstürel Özellikleri

Tekstürel özellikler fırın ürünlerinde önemli bir kalite kriteridir (Ataman ve Gül, 2020). Top keklerin tekstürel özellikleri hakkında bilgi edinebilmek için sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, sakızımsılık, esneklik ve elastikiyet değerleri belirlenmiştir.

TPA ile ölçülen sertlik değeri, ürünün ilk ısırılma sırasında ölçülen sertlik değerdir ve fırın ürünlerinin sertliğine neden olan faktörün amiloz ve amilopektin matriksinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Onacık-Gür vd., 2016). Gomez vd. (2003) tarafından

ise lifli ürünler ve gluten arasında meydana gelen interaksiyondan kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Top keklerin sertlik değerleri depolama başlangıcında 408.99-836.02 arasında çıkmıştır. Maltodekstrin/gam arabik kominasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde sertlik değeri β-siklodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsülerinin ilave edildiği keklerden yüksek çıkmıştır. %2.5 MGÇÇ ilave edilen keklerin sertlik değeri 814.52 g olarak belirlenirken aynı oranda ilave edilen β-SGÇÇ ile üretilen keklerde bu değer 733 g olarak belirlenmiştir. Depolamanın ilk gününde %2.5 oranında MGK ilave edilerek üretilen keklerin sertlik değeri 746.99 g olarak belirlenirken %2.5 oranında β-SGK ilave edilerek üretilen keklerin sertlik değeri yaklaşık 1.3 kat daha az (576.91 g) bulunmuştur. Depolama süresince su kaybına bağlı olarak keklerin sertlik değerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın birinci gününde maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde sertlik değeri ortalama 734.22 g olarak belirlenmiş depolamanın dördüncü gününde ise bu değer 1567 g olarak bulunmuştur. Kestane propolisi mikroenkapsülü ilave edilen keklerde diğer propolis çeşitlerinin ilave edildiği keklerde olduğu gibi yüksek bir artış meydana gelmemiştir. Kestane propolisi mikroenkapsüllerinde bulunan proteinler suyu tutarak keklerin nispeten daha yumuşak olmasını sağlamıştır (Çizelge 4.43.).

Mikroenkapsül ya da bal tozu ilavesi ile keklerin sertik değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Depolama başlangıcında β-siklodekstrin/gam arabik ilave edilen keklerin en düşük sertlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolamanın ilk gününde çiçek propolisi mikroenkapsülü ilave edilen keklerin ortalama sertlik değeri 719.69 g depolamanın yedinci gününde ise 1691.38 g olarak en yüksek değere sahip olmuştur. İlave edilme oranının artmasıyla sertlik değerinde önemli oranda azalma meydana gelmiştir. Yine depolamanın ilk gününde kontrol grubunun sertlik değeri 836 g olarak belirlenmişken %10 oranında zenginleştirilen keklerde bu değer 624.5 g'e düşmüştür. Depolamanın yedinci gününde ise kontrol grubu ve %10 oranında zenginleştirilen keklerde sırayla 1752.3 g ve 1333.9 g olarak belirlenmiştir. Tüm depolama günlerinde kontrol grubu en yüksek sertlik değerine sahip olan kek grubu olmuştur.

Çizelge 4. 43. Top keklerin sertlik değerleri (g)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	836.02±56.89	814.52±50.84	801.26±94.30	696.66±17.35	636.68±13.26	836.02±56.89	753.46±37.73	739.66±70.09	677.55±93.71	671.06±69.33	836.02±56.89	746.99±47.31	654.02±13.80	638.58±21.03	682.39±41.98	734.72[a]
	β-SD/GA	836.02±56.89	733.31±106.03	716.07±32.93	713.05±153.63	662.12±19.12	836.02±56.89	574.98±195.93	606.30±266.15	658.69±121.11	646.20±12.43	836.02±56.89	576.91±8.26	530.53±109.59	408.99±8.27	501.36±109.58	655.77[b]
	Bal tozu	836.03±56.89	673.15±11.18	587.80±60.37	708.92±82.13	602.37±15.35	836.03±56.89	673.15±11.18	587.80±60.37	708.92±82.13	602.37±15.35	836.03±56.89	673.15±11.18	587.80±60.37	708.92±82.13	602.37±15.35	682.54[b]
	Çeşit ortalaması	719.69[a]					697.65[a]					654.97[b]					
	Oranların ortalaması	836.0[a]	691.07[b]	645.69[bc]	657.8[bc]	624.5[c]											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	2306.2±18.61	1445.07±132.72	1101.5±63.96	1173.9±62.74	1107.5±171.17	2306.2±18.61	1101.5±63.96	1173.9±62.74	1208.8±181.06	1030.7±88.88	2306.2±18.61	1952.1±1.39	1934.3±120.33	1735.8±85.12	1622.5±9.90	1567.06[a]
	β-SD/GA	2306.2±18.61	1216.9±14.19	1060.3±7.00	1094.4±222.81	1040.2±89.82	2306.2±18.61	1082.2±36.71	1213.7±38.67	1016.4±31.49	1358.1±48.56	2306.2±18.61	1164.6±14.30	876.0±66.91	971.9±4.93	1051.9±67.26	1337.68[b]
	Bal tozu	2306.2±18.61	1384,6±58.78	1266.3±117.09	979.86±103.12	923.15±21.41	2306.2±18.61	1384,6±58.78	1266.3±117.09	979.86±103.12	923.15±21.41	2306.2±18.61	1384,6±58.78	1266.3±117.09	979.86±103.12	923.15±21.41	1372.00[b]
	Çeşitlerin ortalaması	1366.64[b]					1392.19[b]					1518.77[a]					
	Oranların ortalaması	2306.2[a]	1346.22[b]	1239.82[c]	1126.8[d]	1108.9[d]											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	1752.3±1.41	1852.9±0.30	1774.8±0.28	1780.7±0.46	1109.9±0.13	1752.3±1.41	1220.8±0.31	1406.7±0.91	1241.5±0.69	1396.7±0.48	1220.8±1.41	1882.8±0.29	1662.6±0.53	1437.8±1.39	1248.2±1.15	1551.47[b]
	β-SD/GA	1752.3±1.41	1427.9±0.91	1434.3±0.82	1384.9±0.29	1719.4±0.59	1752.3±1.41	901.8±0.51	1227.6±0.52	1446.4±0.47	1645.0±0.98	1220.8±1.41	1276.5±7.03	1139.6±0.57	1181.6±0.79	1085.8±0.23	1408.51[c]
	Bal tozu	1752.3±1.41	2049.2±0.71	1596.9±0.69	1599.7±0.44	1263.9±0.55	1752.3±1.41	2049.2±0.71	1596.9±0.69	1599.7±0.44	1263.9±0.55	1752.3±1.41	2049.2±0.71	1596.9±0.69	1599.7±0.44	1263.9±0.55	1652.37[a]
	Çeşitlerin ortalaması	1691.38[a]					1491.08[c]					1512.09[b]					
	Oranların ortalaması	1752.3[a]	1634.5[b]	1492.9[c]	1474.7[d]	1333.9[e]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Pekmez ilave edilerek üretilen keklerin depolama süresince sertlik değerini belirleyen araştırıcılar %25, %50 ve %100 oranında kayısı, andız ve üzüm pekmezi ilave ederek ürettikleri keklerden en yüksek sertlik değerini veren kekin %100 andız pekmezi ilave edilerek üretilen kek olduğunu bildirmiştir. Araştırıcılar bu keklerin sertlik değerini 21 gün depolama sonunda 84 N/cm^2 olarak raporlamışlardır (Ertaş ve Çoklar, 2008).

%15 oranında β-glukan ilave edilerek üretilen keklerin sertlik değerini 3N olarak belirleyen araştırıcılar %25 β-glukan ilave edilen keklerin sertliklerini ise 6.5 N olarak bildirmişlerdir (Onacık-Gür vd., 2016).

Keklerin esneklik değeri incelendiğinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak çok önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. Bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin esneklik değeri depolama süresince en yüksek değere sahip olmuştur. Depolamanın birinci gününde 0.893 olan esneklik değeri depolamanın yedinci gününde 0.82 olarak belirlenmiştir. Çeşitler arasında ise esneklik değeri depolamanın birinci gününde 0.87-0.89 arasında değiştiği ve depolamaya bağlı olarak esneklik değerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Keklerin su kaybetmesi esnekliğin azalmasına sebep olmuş ve depolamanın 7. gününde esneklik değerleri 0.77-0.81 arasında değişmiştir (Çizelge 4.44). Mikroenkapsüllerin ya da bal tozunun ilave oranının artmasıyla esneklik değerinde azalma meydana gelmiştir. Depolamanın ilk gününde kontrol grubunun esneklik değeri 0.91 olarak belirlenirken %10 oranında zenginleştirilen keklerin esneklik değeri 0.87 olarak bulunmuştur. Depolamanın yedinci gününde bu değerler sırasıyla 0.86 ve 0.83 olarak belirlenmiştir.

Öğütülmüş keten tohumu ilave edilen keklerin kalitesini inceleyen araştırıcılar üç farklı tür keten tohumunu %0, 10, 20, 30 ve 40 oranında keklere ilave ederek tekstürel özelliklerini belirlemişlerdir. Araştırıcılar keklerin sertlik değerinin 48.41 N, yapışkanlık değerinin 0.301-0.360, esneklik değerinin 1.09-1.49 ve çiğnenebilirlik değerinin 22.24-30.71 N arasında olduğunu bildirmişlerdir. (Kaur ve Kaur, 2018).

Çizelge 4. 44. Top keklerin esneklik değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
1.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.91±0.00	0.89±0.00	0.96±0.06	0.90±0.00	0.89±0.00	0.91±0.00	0.86±0.02	0.87±0.01	0.88±0.02	0.90±0.01	0.91±0.00	0.89±0.03	0.87±0.00	0.85±0.00	0.82±0.00	0.89^{ab}
	β-SD/GA	0.91±0.00	0.87±0.00	0.93±0.00	0.89±0.02	0.89±0.00	0.91±0.00	0.91±0.02	0.87±0.00	0.87±0.00	0.87±0.00	0.91±0.00	0.84±0.00	0.84±0.02	0.87±0.07	0.84±0.03	0.88^{b}
	Bal tozu	0.91±0.00	0.89±0.00	0.91±0.00	0.88±0.00	0.88±0.00	0.91±0.00	0.89±0.00	0.91±0.00	0.88±0.00	0.88±0.00	0.91±0.00	0.89±0.00	0.91±0.00	0.88±0.00	0.88±0.00	0.893^{a}
	Çeşit ortalaması			0.89^{a}					0.89^{a}					0.87^{b}			
	Oranların ortalaması	0.91^{a}	0.88^{bc}	0.89^{b}	0.88^{bc}	0.87^{c}											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.86±0.00	0.84±0.00	0.85±0.00	0.82±0.04	0.85±0.01	0.86±0.00	0.85±0.03	0.82±0.04	0.85±0.00	0.81±0.04	0.86±0.00	0.84±0.00	0.79±0.03	0.81±0.07	0.80±0.04	0.83^{b}
	β-SD/GA	0.86±0.00	0.85±0.04	0.91±0.02	0.82±0.02	0.74±0.03	0.86±0.00	0.82±0.02	0.78±0.00	0.83±0.00	0.84±0.01	0.86±0.00	0.81±0.07	0.83±0.05	0.80±0.08	0.77±0.03	0.82^{b}
	Bal tozu	0.86±0.00	0.78±0.00	0.90±0.06	0.86±0.04	0.90±0.01	0.86±0.00	0.78±0.00	0.90±0.06	0.86±0.04	0.90±0.01	0.86±0.00	0.78±0.00	0.90±0.06	0.86±0.04	0.90±0.01	0.86^{a}
	Çeşitlerin ortalaması			0.84^{a}					0.84^{a}					0.83^{a}			
	Oranların ortalaması	0.86^{a}	0.81^{c}	0.85^{ab}	0.83^{bc}	$^{bc}0.83$											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.76±0.00	0.76±0.00	0.82±0.00	0.85±0.00	0.90±0.00	0.76±0.00	0.85±0.00	0.86±0.00	0.87±0.00	0.96±0.00	0.76±0.00	0.78±0.00	0.76±0.00	0.79±0.00	0.75±0.00	0.81^{b}
	β-SD/GA	0.76±0.00	0.81±0.00	0.81±0.06	0.76±0.00	0.81±0.00	0.76±0.00	0.84±0.00	0.86±0.00	0.81±0.00	0.85±0.00	0.76±0.00	0.69±0.00	0.73±0.04	0.74±0.00	0.67±0.00	0.77^{c}
	Bal tozu	0.76±0.00	0.89±0.00	0.80±0.00	0.83±0.00	0.82±0.00	0.76±0.00	0.89±0.00	0.80±0.00	0.83±0.00	0.82±0.00	0.76±0.00	0.89±0.00	0.80±0.00	0.83±0.00	0.82±0.00	0.82^{a}
	Çeşitlerin ortalaması			0.81^{b}					0.83^{a}					0.77^{c}			
	Oranların ortalaması	0.76^{d}	0.82^{b}	0.80^{c}	0.81^{c}	0.83^{a}											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Yapışkanlık örneğin kırılmadan deforme edilmesinin mümkün olduğu seviyeyi ifade etmekte olup ürün içerisinde tek bir parça halinde tutulan homojen bileşenlerin ağ yapısına bağlıdır (Onacık-Gür, 2016).

Çizelge 4.45'te görülebileceği gibi keklerin depolama süresince yapışkanlıklarında azalma meydana gelmiştir. Su kaybeden kek örnekler yapışkanlıklarını kaybetmiş ve depolama başlangıcında 0.58-0.59 g.s olan yapışkanlık değeri depolama sonunda 0.47-0.52 g.s arasında değişmiştir. Uygulamaların ortalamaları incelendiğinde bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin yapışkanlık değeri en yüksek (0.59 g.s) olarak belirlenirken maltodekstin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerin yapışkanlık değeri en düşük (0.58 g.s) olarak belirlenmiştir. Depolamanın yedinci gününde maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerinin ilave edildiği keklerin ortalaması 0.48 g.s'e, bal tozu ilave edilen keklerde ise 0.51 g.s' e düştüğü belirlenmiştir.

Propolis çeşitlerinin mikroenkapsül ortalamaları incelendiğinde depolamanın birinci gününde çiçek propolisi mikroenkapsülü en yüksek değere (0.59 g.s) sahip olurken kestane propolisinin yapışkanlığı 0.58 g.s olarak belirlenmiştir. Depolamanın yedinci gününde ise bu değerler sırasıyla 0.57 g.s ve 0.47 g.s olarak belirlenmiştir. Kestane propolisi mikroenkapsüllerinin yapısında bulunan gam arabik, suyu daha çok kendine bağlayarak kekin yapışkanlık değerinin azalmasına neden olmuştur.

İlave edilme oranının artmasıyla kek yapışkanlığı artmış depolamanın birinci gününde oranların ortalama değeri 0.57g.s-0.62 g.s arasında değişmiştir. Depolamanın yedinci gününde ise ortalama değerler 0.51 g.s-0.54 g.s arasında değişmiştir.

Çizelge 4. 45. Top keklerin yapışkanlık değerleri(gxs)

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
1.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	±	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.57±0.02	0.57±0.00	0.59±0.01	0.60±0.00	0.62±0.03	0.57±0.02	0.57±0.02	0.59±0.01	0.59±0.02	0.62±0.01	0.57±0.02	0.59±0.02	0.56±0.00	0.54±0.00	0.53±0.00	0.58[b]
	β-SD/GA	0.57±0.02	0.61±0.00	0.61±0.03	0.62±0.00	0.61±0.00	0.57±0.02	0.62±0.03	0.62±0.01	0.61±0.00	0.60±0.01	0.57±0.02	0.60±0.00	0.59±0.00	0.59±0.00	0.58±0.00	0.59[a]
	Bal tozu	0.57±0.02	0.61±0.04	0.60±0.03	0.60±0.04	0.60±0.01	0.57±0.02	0.61±0.04	0.60±0.03	0.60±0.04	0.60±0.01	0.57±0.02	0.61±0.04	0.60±0.03	0.60±0.04	0.60±0.01	0.59[a]
	Çeşit ortalaması			0.59[a]					0.59[a]					0.58[b]			
	Oranların ortalaması	0.57[b]	0.59[a]	0.59[b]	0.59[b]	0.59[b]											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.49±0.02	0.50±0.02	0.52±0.00	0.53±0.03	0.53±0.00	0.49±0.02	0.52±0.00	0.53±0.03	0.50±0.03	0.49±0.00	0.49±0.02	0.42±0.01	0.41±0.01	0.42±0.01	0.39±0.00	0.48[c]
	β-SD/GA	0.49±0.02	0.54±0.00	0.57±0.00	0.57±0.03	0.56±0.02	0.49±0.02	0.54±0.02	0.52±0.02	0.54±0.02	0.54±0.01	0.49±0.02	0.52±0.03	0.54±0.04	0.49±0.03	0.48±0.01	0.52[b]
	Bal tozu	0.49±0.02	0.53±0.02	0.53±0.01	0.58±0.04	0.58±0.01	0.49±0.02	0.53±0.02	0.53±0.01	0.58±0.04	0.58±0.01	0.49±0.02	0.53±0.02	0.53±0.01	0.58±0.04	0.58±0.01	0.54[a]
	Çeşitlerin ortalaması			0.53[a]					0.52[b]					0.49[c]			
	Oranların ortalaması	0.49[c]	0.51[b]	0.52[b]	0.53[a]	0.52[ab]											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.55±0.00	0.51±0.00	0.50±0.00	0.46±0.00	0.54±0.00	0.55±0.00	0.50±0.00	0.52±0.00	0.51±0.00	0.49±0.00	0.55±0.00	0.41±0.00	0.38±0.00	0.34±0.00	0.40±0.00	0.48[c]
	β-SD/GA	0.55±0.00	0.54±0.00	0.50±0.00	0.55±0.00	0.51±0.00	0.55±0.00	0.55±0.00	0.54±0.00	0.49±0.00	0.51±0.00	0.55±0.00	0.55±0.00	0.45±0.00	0.45±0.00	0.54±0.00	0.52[a]
	Bal tozu	0.55±0.00	0.48±0.00	0.48±0.00	0.51±0.00	0.52±0.00	0.55±0.00	0.48±0.00	0.48±0.00	0.51±0.00	0.52±0.00	0.55±0.00	0.48±0.00	0.48±0.00	0.51±0.00	0.52±0.00	0.51[b]
	Çeşitlerin ortalaması			0.52[a]					0.51[b]					0.47[c]			
	Oranların ortalaması	0.55[a]	0.50[c]	0.48[d]	0.48[d]	0.52[b]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Keklerin sakızımsılık değeri incelendiğinde depolamanın birinci gününde %2.5 oranında MGÇÇ, MGÇ ve MGK ilave edilerek üretilen keklerin sakızımsılık değeri sırasıyla 485.85, 427.74 ve 438.94 olarak belirlenmiştir. Aynı oranda β-SGÇÇ, β-SGÇ ve β-SGK ilave edilerek üretilen keklerin sakızımsılık değeri ise 446.78, 453.85 ve 345.00 olarak belirlenmiştir. Uygulamaların ortalamaları karşılaştırıldığında ise maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği kekler en yüksek sakızımsılık değerine (423.74) sahip olurken bal tozu ilave edilerek üretilen kekler (389.73) en düşük değere sahip olmuştur. Çeşitlerin ortalamaları arasında depolamanın ilk gününde önemli bir fark meydana gelmiş ve çiçek propolisi mikroenkapsülü ilave edilen keklerin ortalaması en yüksek (428.75) sakızımsılık değerine sahip olmuştur.

İlave edilme oranının artmasıyla sakızımsılık değeri azalmış ve depolama süresince %10 oranında zenginleştirilen kekler en düşük sakızımsılık değerine sahip olmuştur. Depolamanın ilk gününde kontrol grubu keklerin ortalaması 471.5 olarak belirlenirken %10 oranında zenginleştirilen keklerin ortalaması 396.4 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince keklerin sakızımsılık değerinde artış meydana gelmiş ve depolamanın yedinci gününde bu değerler sırasıyla 953.5 ve 686.99 olarak belirlenmiştir. Depolamanın ilk gününde çiçek propolisinin sakızımsılık değeri 428.75, kestane propolisinin ise 377.56 olarak belirlenmiştir. Depolamanın yedinci gününde çiçek propolisinin sakızımsılık değeri 827.36, kestane propolisinin ise 721.71 olarak belirlenmiştir. %10 oranında MGÇÇ ilave edilen keklerin sakızımsılık değeri depolamanın yedinci gününde birinci güne göre 1.67 kat, aynı oranda β-SDÇÇ ilave edilerek üretilen keklerde ise 2.17 kat artış göstermiştir (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.47'de keklerin çiğnenebilirlik değerleri verilmiştir. Mekanik bir özellik olan çiğneme ağızda gıdanın kırılması ve çiğnenmesi için gereken kuvveti ölçer (Onacık-Gür vd., 2016, Ataman ve Gül, 2020). Top keklerin çiğnenebilirlik değerleri depolama başlangıcında 331.18-385.55 arasında değişmekte olup depolama sonunda bu değerler 556.15-643.79 arasında değişmiştir. Depolamanın birinci gününde maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde çiğnenebilirlik değeri 375.91 iken depolamanın yedinci gününde yaklaşık 1.5 kat artarak 569.70 olmuştur. Yine β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu kullanılarak mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde birinci günde

çiğnenebilirlik değeri 375.91 iken depolamanın yedinci gününde 1.6 kat artmış ve 568.50 olarak belirlenmiştir. Bu değer bal tozu ilave edilen keklerde depolamanın birinci ve yedinci gününde sırasıyla 362.66 ve 691.64 olarak belirlenmiştir. Bal tozu ilave edilerek üretilen keklerde depolama süresince çiğnenebilirlik değerindeki artış yaklaşık 1.9 kat olmuştur. Depolama süresince meydana gelen bu farklı artış oranları keklerin bileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen verilerden de görüleceği gibi depolama ile su kaybeden keklerin çiğnenebilirliği zorlaşmıştır. Uygulamaların ortalaması incelendiğinde depolamanın ilk gününde en yüksek çiğnenebilirlik değeri (375.91) maltodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen propolislerin ilave edildiği keklerde belirlenmiştir. β-Siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerin %10 oranında ilave edildiği keklerin çiğnenebilirlik değerleri ise çiçek, çam ve kestane propolisinde sırasıyla 355.30, 336.97 ve 240.03 olarak belirlenmiştir. Bu değerler maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen propolislerin %10 oranında ilave edildiği keklerde sırasıyla 319.10, 376.46 ve 294.2 olarak belirlenmiştir. Mikroenkapsüle propolis çeşitleri incelendiğinde ise çiçek propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği kekler en yüksek çiğnenebilirlik değerine sahip olmuştur (385.55). İlave edilme oranının artması çiğnenebilirlik değerinin artmasına neden olmuştur. Depolamanın birinci gününde kontrol grubu keklerin çiğnenebilirliği 428.4, %10 oranında zenginleştirilen keklerde 321.5 olarak belirlenmiştir. Depolamanın yedinci gününde bu değerler sırasıyla 715.25 ve 567.42 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. 46. Top keklerin sakızımsılık değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	471.53±18.54	485.85±18.42	497.34±74.88	414.37±9.52	360.71±20.05	471.53±18.54	427.74±40.15	438.56±31.42	395.58±67.73	417.03±34.72	471.53±18.54	438.94±46.02	364.09±2.12	341.75±3.17	359.56±16.05	423.74[a]
	β-SD/GA	471.53±18.54	446.78±64.09	439.64±41.05	442.71±97.58	400.35±13.82	471.53±18.54	353.33±102.21	373.62±156.71	400.43±70.97	388.42±14.16	471.53±18.54	345.00±1.94	310.42±59.63	243.14±6.14	287.66±40.79	405.98[ab]
	Bal tozu	471.53±18.54	411.79±20.40	352.12±19.18	424.18±19.11	370.56±0.35	471.53±18.54	411.79±20.40	352.12±19.18	424.18±19.11	370.56±0.35	471.53±18.54	411.79±20.40	352.12±19.18	424.18±19.11	370.56±0.35	389.73[b]
	Çeşit ortalaması			428.75[a]					412.59[a]					377.56[b]			
	Oranların ortalaması	471.5[a]	414.8[b]	386.7[bc]	390.1[bc]	369.4[a]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	1110.13±37.24	712.36±28.49	569.73±31.02	620.12±3.11	577.41±78.39	1110.13±37.24	569.73±31.03	620.12±3.12	605.33±58.36	508.73±39.85	1110.13±37.24	819.97±33.82	792.64±18.00	729.99±11.64	632.98±4.33	739.23[a]
	β-SD/GA	1110.13±37.24	652.78±5.50	598.74±13.65	618.74±96.75	575.65±24.28	1110.13±37.24	578.59±39.0	624.98±32.64	542.44±36.63	737.88±5.31	1110.13±37.24	602.87±26.15	466.38±65.87	477.78±17.27	499.95±6.84	686.95[b]
	Bal tozu	1110.13±37.24	733.27±37.24	666.22±16.24	566.65±40.11	537.63±0.36	1110.13±37.24	733.27±37.24	666.22±16.24	566.65±40.11	537.63±0.36	1110.13±37.24	733.27±37.24	666.22±16.24	566.65±40.11	537.63±0.36	722.84[a]
	Çeşitlerin ortalaması			711.56[a]					714.01[a]					723.53[a]			
	Oranların ortalaması	1110.1[a]	681.8[b]	630.14[c]	587.83[d]	571.82[d]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD/GA	953.50±0.71	928.04±0.05	885.28±1.01	807.13±0.66	604.92±1.11	953.50±0.71	598.84±0.23	721.89±0.16	633.79±0.44	671.20±1.13	953.50±0.71	750.87±1.04	637.07±0.18	494.67±0.00	503.19±0.29	739.82[b]
	β-SD/GA	953.50±0.71	758.77±0.05	723.06±0.77	760.92±0.54	871.69±0.45	953.50±0.71	499.29±0.71	658.90±0.09	704.94±1.22	824.81±0.28	953.50±0.71	699.65±0.50	499.89±0.16	532.45±0.06	578.41±0.27	731.55[c]
	Bal tozu	953.50±0.71	979.84±0.71	770.89±0.08	808.65±0.58	709.47±0.78	953.50±0.71	979.84±0.71	770.89±0.08	808.65±0.58	709.47±0.78	953.50±0.71	979.84±0.71	770.89±0.08	808.65±0.58	709.47±0.78	844.49[a]
	Çeşitlerin ortalaması			827.36[a]					764.71[b]					721.71[c]			
	Oranların ortalaması	953.5[a]	797.2[b]	715.4[c]	706.6[d]	686.99[e]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4. 47. Top keklerin çiğnenebilirlik değerleri

		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
1.gün	MD/GA	428.37±18.49	429.36±17.98	471.59±40.02	374.32±	319.10±4.25	428.37±18.49	365.35±24.60	381.95±22.77	348.84±51.54	376.46±36.44	428.37±18.49	387.66±26.13	314.97±1.20	289.73±4.49	294.24±37.03	375.91[a]
	β-SD/GA	428.37±18.49	387.78±57.95	410.25±38.29	396.33±98.69	355.30±14.36	428.37±18.49	321.52±99.53	325.07±138.77	352.05±69.99	336.97±11.61	428.37±18.49	299.31±0.13	260.34±56.42	212.36±22.81	240.03±25.06	345.49[b]
	Bal tozu	428.37±18.49	367.02±21.06	318.61±19.21	374.33±17.61	321.95±2.33	428.37±18.49	367.02±21.06	318.61±19.21	374.33±17.61	321.95±2.33	428.37±18.49	367.02±21.06	318.61±19.21	374.33±17.61	321.95±2.33	362.46[ab]
	Çeşit ortalaması			385.55[a]					366.50[a]					331.18[b]			
	Oranların ortalaması	428.4[a]	365.8[b]	346.7[bc]	344.08[bc]	321.56[c]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
4.gün	MD/GA	945.39±39.48	594.12±18.78	484.93±45.33	508.01±19.15	491.11±58.66	945.39±39.48	484.93±45.33	508.01±9.14	513.73±45.32	413.14±51.00	945.39±39.48	689.08±29.85	626.55±12.12	591.45±41.59	506.76±24.23	616.53[a]
	β-SD/GA	945.39±39.48	555.71±25.02	539.60±24.88	504.80±89.62	425.70±1.85	945.39±39.48	472.20±40.94	490.39±25.62	447.88±33.09	620.04±4.57	945.39±39.48	487.05±21.04	385.39±76.25	376.54±24.49	385.58±20.15	568.47[b]
	Bal tozu	945.39±39.48	570.81±3.73	594.77±29.79	485.26±13.57	480.34±3.40	945.39±39.48	570.81±3.73	594.77±29.79	485.26±13.57	480.34±3.40	945.39±39.48	570.81±3.73	594.77±29.79	485.26±13.57	480.34±3.40	615.12[a]
	Çeşitlerin ortalaması			600.74[a]					598.31[a]					600.98[a]			
	Oranların ortalaması	945.39[a]	555.1[b]	535.5[b]	488.7[c]	475.59[c]											
	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
7.gün	MD/GA	715.25±0.71	348.38±1.68	724.86±0.19	675.44±0.79	535.67±0.47	715.25±0.71	500.94±0.09	611.50±0.71	544.56±0.63	634.25±0.50	715.25±0.71	579.66±0.49	476.37±0.33	391.82±0.00	376.40±0.57	569.70[b]
	β-SD/GA	715.25±0.71	617.94±0.08	613.71±0.41	577.97±0.04	699.21±0.55	715.25±0.71	417.45±0.21	564.29±0.07	569.88±0.00	692.12±0.25	715.25±0.71	477.92±0.26	376.53±0.66	386.36±0.34	388.44±0.79	568.50[b]
	Bal tozu	715.25±0.71	863.99±0.87	614.20±0.15	671.19±1.57	593.58±0.01	715.25±0.71	863.99±0.87	614.20±0.15	671.19±1.57	593.58±0.01	715.25±0.71	863.99±0.87	614.20±0.15	671.19±1.57	593.58±0.01	691.64[a]
	Çeşitlerin ortalaması			643.79[a]					629.44[a]					556.15[b]			
	Oranların ortalaması	715.25[a]	614.9[b]	578.9[b]	573.3[b]	567.42[b]											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

Çizelge 4.48'de verilen keklerin elastikiyet değerleri incelendiğinde depolamanın başlangıcında 0.25-0.27 arasında değişen elastikiyet değeri, depolamanın dördüncü gününde 0.17-0.27 arasında, depolamanın sonunda ise 0.20-0.22 arasında değişmiştir. Bal tozu ilave edilerek üretilen top keklerin elastikiyet değeri depolamanın birinci gününde 0.27 olarak en yüksek değere sahip olmuştur. Mikroenkapsüle propolis çeşitleri bakımından değerlendirildiğinde çiçek propolisi mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerin ortalaması depolamanın birinci gününde 0.27 ile en yüksek değere sahip olmuştur. Maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile mikroenkapsüle edilen çiçek ve çam propolisi ilave edilerek üretilen top keklerin elastikiyet değeri ilave edilme oranı arttıkça artmıştır. Bu gruptaki keklerin kontrol grubunda elastikiyet değeri 0.24 olarak belirlenirken en yüksek ilave edilme oranı olan %10 ilave edildiğinde 0.29 olarak belirlenmiştir. Kestane propolisi mikroenkapsülü ilave edilen keklerde ise bu değerler kontrol ve %10 oranında zenginleştirilen keklerde sırasıyla 0.24-0.21 olarak belirlenmiştir. β-Siklodekstrin/gam arabik kullanılarak elde edilen mikroenkapsüllerde de çeşitler arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Propolis çeşitleri bakımından incelendiğinde uygulamaların ortalamasına göre depolamanın birinci gününde top keklerin elastikiyet değeri 0.27 yedinci gününde ise 0.22 olarak belirlenmiştir. Çam propolisinde de benzer bir sonuç elde edilmiştir ancak kestane propolisinde bu değerler sırasıyla 0.25 ve 0.20 olarak tespit edilmiştir.

Tekstürel özellikler bakımından kekler genel olarak incelendiğinde depolama süresince su kaybı nedeniyle yapısal değişikliğe uğramıştır. Ayrıca zenginleştirilmeleri için ilave edilen mikroenkapsüller ya da bal tozu ile bileşiminde oluşan farklılıklar tekstürel özelliklerinin değişmesine yol açmıştır. Genel olarak tüm top keklerde ilave edilme oranına bağlı olarak yumuşama meydana gelmiş ancak su kaybına bağlı olarak depolama süresince sertlik değeri artmıştır. Sertlik değeri bakımından kontrol grubuna en yakın değere sahip olan keklerin %2.5 oranında mikroenkapsül ilave edilen kekler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca keklerin elastikiyet değerinde depolamaya bağlı olarak azalma meydana gelmiştir. Aynı şekilde keklerin yapışkanlık değeri de su kaybına bağlı olarak depolama süresince azalmıştır. Keklerin sakızımsılık değeri ise depolama süresine artış göstermiştir. Propolis çeşitleri bakımından mikroenkapsül ilave edilen keklerde depolamanın son günü belirlenen sakızımsılık değeri, depolamanın ilk gününe oranla çiçek, çam ve kestane propolislerinde sırasıyla yaklaşık 1.93, 1.85 ve 1.91 kat artış göstermiştir. Top keklerin

çiğnenebilirliği depolamaya bağlı olarak zorlaşmıştır yani depolama süresince çiğnenebilirlik değeri artış göstermiştir. Bal tozu ilave edilerek üretilen top keklerin depolamanın başlangıcında belirlenen çiğnenebilirlik değeri ile depolama sonunda belirlenen çiğnenebilirlik değeri arasında yaklaşık 1.91 kat artış belirlenmiştir. Depolama süresine en yüksek artış bal tozunda belirlenmiştir. Maltodekstrin/gam arabik ve β-Siklodektrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen mikroenkapsüllerin ilave edildiği keklerdeki depolama süresince çiğnenebilirlik değerindeki artış ise sırasıyla 1.51 ve 1.64 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. 48. Top keklerin elastikiyet değerleri

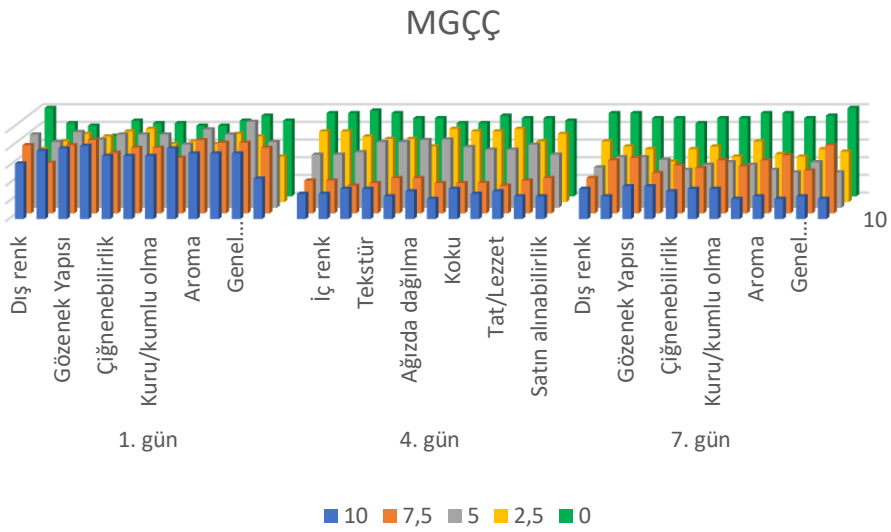
		Çiçek					Çam					Kestane					Uygulama ortalaması
1.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.24±0.01	0.26±0.00	0.27±0.00	0.27±0.00	0.29±0.02	0.24±0.01	0.26±0.01	0.27±0.02	0.27±0.01	0.29±0.00	0.24±0.01	0.26±0.01	0.24±0.00	0.22±0.00	0.21±0.00	0.25^{b}
	β-SD/GA	0.24±0.01	0.27±0.01	0.28±0.02	0.29±0.00	0.28±0.02	0.24±0.01	0.28±0.02	0.28±0.00	0.28±0.00	0.28±0.02	0.24±0.01	0.26±0.00	0.26±0.00	0.26±0.00	0.24±0.00	0.26^{b}
	Bal tozu	0.24±0.01	0.28±0.03	0.27±0.01	0.28±0.03	0.27±0.03	0.24±0.01	0.28±0.03	0.27±0.01	0.28±0.03	0.27±0.03	0.24±0.01	0.28±0.03	0.27±0.01	0.28±0.03	0.27±0.03	0.27^{a}
	Çeşit ortalaması			0.27^{a}					0.27^{a}					0.25^{b}			
	Oranların ortalaması	0.24^{b}	0.27^{a}	0.27^{a}	0.27^{a}	0.27^{a}											
4.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.21±0.00	0.21±0.01	0.23±0.00	0.23±0.01	0.23±0.00	0.21±0.00	0.23±0.00	0.23±0.01	0.22±0.01	0.22±0.00	0.21±0.00	0.18±0.00	0.16±0.00	0.17±0.01	0.19±0.00	0.20^{c}
	β-SD/GA	0.21±0.00	0.26±0.00	0.26±0.00	0.26±0.02	0.25±0.01	0.21±0.00	0.24±0.00	0.23±0.00	0.25±0.00	0.25±0.00	0.21±0.00	0.22±0.02	0.23±0.01	0.21±0.00	0.20±0.01	0.23^{b}
	Bal tozu	0.21±0.00	0.23±0.00	0.24±0.01	0.26±0.02	0.27±0.01	0.21±0.00	0.23±0.00	0.24±0.01	0.26±0.02	0.27±0.01	0.21±0.00	0.23±0.00	0.24±0.01	0.26±0.02	0.27±0.01	0.24^{a}
	Çeşitlerin ortalaması			0.23^{a}					0.23^{a}					0.21^{b}			
	Oranların ortalaması	0.21^{c}	0.22^{b}	0.23^{ab}	0.23^{a}	0.23^{ab}											
7.gün	Oran (%)	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	
	MD/GA	0.25±0.00	0.21±0.00	0.21±0.00	0.19±0.00	0.24±0.00	0.25±0.00	0.22±0.00	0.23±0.00	0.22±0.00	0.20±0.00	0.25±0.00	0.16±0.00	0.15±0.00	0.13±0.00	0.16±0.00	0.20^{c}
	β-SD/GA	0.25±0.00	0.23±0.00	0.22±0.00	0.24±0.00	0.22±0.00	0.25±0.00	0.25±0.00	0.23±0.00	0.21±0.00	0.22±0.00	0.25±0.00	0.24±0.00	0.18±0.00	0.18±0.00	0.23±0.00	0.23^{a}
	Bal tozu	0.25±0.00	0.20±0.00	0.20±0.00	0.21±0.00	0.24±0.00	0.25±0.00	0.20±0.00	0.20±0.00	0.21±0.00	0.24±0.00	0.25±0.00	0.20±0.00	0.20±0.00	0.21±0.00	0.24±0.00	0.22^{b}
	Çeşitlerin ortalaması			0.22^{a}					0.22^{a}					0.20^{b}			
	Oranların ortalaması	0.25^{a}	0.21^{c}	0.20^{d}	0.19^{e}	0.22^{b}											

*Aynı satır ve sütunda farklı harfle gösterilen kodlamalarda örnekler arasında fark vardır($p<0.05$)

4.11. Duyusal Analiz

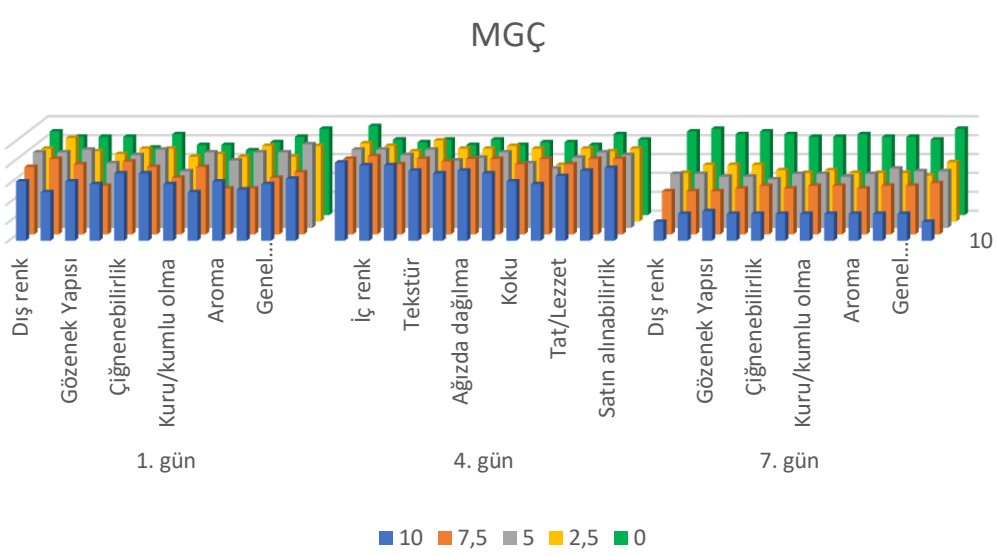
Top keklerin tüketiciler tarafından kabul edilebilirlik derecesinin belirlenebilmesi amacıyla 7 kişilik panelist grubu tarafından duyusal analiz yapılmış ve top keklerin renk, doku, tat, lezzet, genel kabul edilebilirlik özellikleri ölçülmüştür. MGÇÇ ilave edilerek üretilen keklerden dış renk, iç renk, aroma, tat ve lezzet açısından en yüksek puanı kontrol grubu kekler almıştır. Kontrol grubundan sonra en yüksek genel kabul edilebilirlik puanı 4.85 puan ile %5 oranında ilave edilen keklerde belirlenmiştir. Zenginleştirme oranının artmasıyla keklerin beğeni oranları azalmış ve %10 oranında MGÇÇ ilave edildiğinde satın alınabilirlik puanı 2.28'e düşmüştür. Depolama ile duyusal özelliklerin puanlarında azalma meydana gelmiştir. Depolama sonunda bal tozu ya da mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklerin duyusal puanları kontrol gurubu keklere oranla daha çok azalmıştır. Propolisin kendine has keskin koku ve aroması bulunmakta ve bu nedenle tüketimi zorlaşmaktadır. Mikroenkapsülasyon ile bu koku ve aroma maskelenmeye çalışılmıştır. Depolama süresince mikroenkapsüle edilen bileşenlerin salınımı ile tüketici beğenisi azalmıştır. Depolamanın 4. gününde %10 oranında MGÇÇ ilave edilen keklerin koku puanı 1.71'e 7. gününde ise 1.14'e düşmüştür. İlave edilme oranının artmasıyla çiğnenebilirlik puanı birinci gün kontrol grubu ve %10 ilave edilen keklerde sırasıyla 4.14'ten 3.42'ye düşmüştür. Depolamanın son gününde ise yine aynı sırayla 4.14'ten 1.57'ye düşmüştür. Tekstür profil analizi ile de keklerin çiğnenebilirlik değerinin depolamaya bağlı olarak arttığı belirlenmiştir ve duyusal olarak da tüketiciler depolama ile çiğnenebilirliği zorlaşan kekleri daha az kabul etmişlerdir. Şekil 4.25'te zamana göre duyusal analiz değerlerinde meydana gelen değişim görülmektedir.

Depolama süresince su kaybeden keklerin sertliğinin artması keklerin kabul edilebilirliğini düşüren bir diğer faktör olmuştur. Tüketiciler kek tüketiminde elastik yumuşak dokulu bir kek tercih etmektedir. Depolamanın yedinci gününde kekler daha sert ve daha az esnek oldukları için depolama sonunda beğeni puanları düşmüştür.



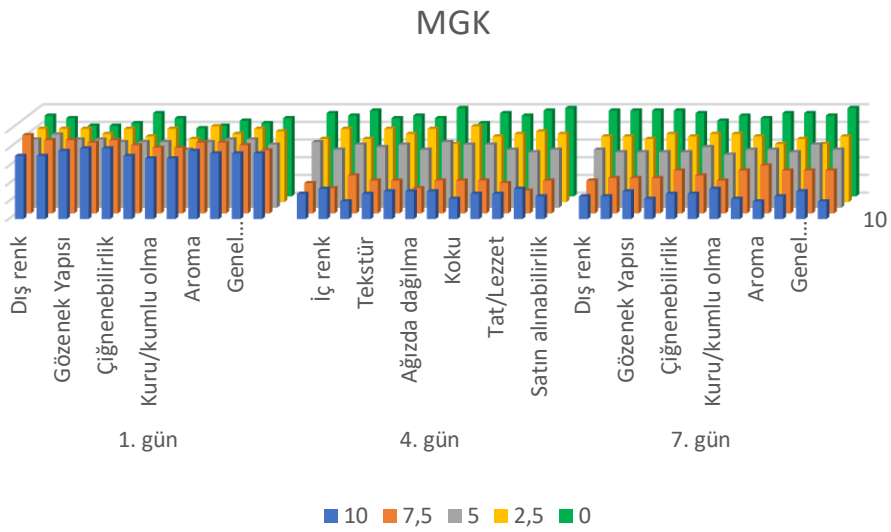
Şekil 4. 25. MGÇÇ ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği

Diğer mikroenkapsüle propolislerde olduğu gibi mikroenkapsüle çam propolisinin ilavesiyle genel kabul edilebilirlik puanı ilave edilme oranının artmasıyla azalmıştır. Çam propolisinin diğer propolis örneklerine göre daha yoğun koku ve aromaya sahip olması nedeniyle koku puanı %10 mikroenkapsül ilavesinde birinci gün 2.57 olarak belirlenirken depolamanın 7. gününde 1.42'ye düşmüştür. Yine depolamanın 7. gününde genel kabul edilebilirlik puanı 1.42, satın alınabilirlik puanı ise 1'e düşmüştür. Depolamanın ilk günü %5 MGÇ ilave edilen keklerin genel kabul edilebilirlik puanı 4, satın alınabilirlik puanı ise 4.42'dir. Koku ve aroma puanı ise sırasıyla 4 ve 3.57'dir. Keklerin depolamanın 1. günüde gözenek yapısı, çiğnenebilirlik ve ağızda dağılma puanları arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. Depolamanın 7. gününde ise ağızda dağılma puanı 1.42'ye düşmüştür. %10 oranında MGÇ eklenen keklerde satın alınabilirlik puanı depolamanın 7. gününde 1'e düşmüştür. Kontrol grubu keklerde depolama süresince önemli bir puan farkı yaşanmasa bile ilave edilme oranının artmasıyla kabul edilebilirlik puanlarında önemli oranda düşüş meydana gelmiştir. Yine depolama süresince keklerin su kaybetmesi kek tekstürünü olumsuz etkilemiştir. MGÇ ilave edilerek üretilen keklerden kontrol grubuna en yakın puanı %5 MGÇ ilave edilerek üretilen kekler almıştır (Şekil 4.26).



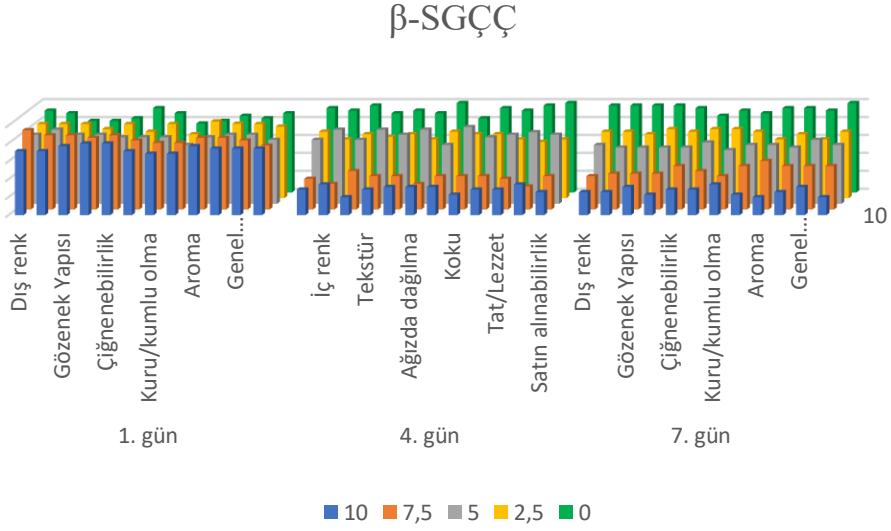
Şekil 4.26. MGÇ ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği

MGK ilave edilerek üretilen kekler MGÇ ve MGÇÇ ilave edilerek üretilen keklerden daha az koku ve aroma bileşenine sahip olması nedeniyle tüketiciler tarafından MGÇ ve MGÇÇ ilave edilen keklere göre daha fazla kabul edilebilir bulunmuştur. %7.5 oranında MGK ilave edilerek üretilen keklerin tat/lezzet, aroma, genel kabul edilebilirlik ve satın alma puanı kontrol grubuna benzerlik göstermektedir. Hatta kontrol grubunun genel kabul edilebilirlik puanı 4.14 iken %10 MGK ilave edilen keklerde genel kabul edilebilirlik puanı 3.71 olarak belirlenmiştir. Ancak kontrol grubundan sonra en yüksek genel kabul edilebilirlik (3.85), tat/lezzet (4) ve aroma puanı (4), %7.5 oranında MGK ilave edilen keklerde belirlenmiştir. Depolamanın 4. ve 7. gününde %10 MGK ilave edilen keklerin genel kabul edilebilirlik puanı sırasıyla 1.71 ve 1.57 olarak belirlenmiştir. Keklerin dış renk ve iç renk duyusal puanları birbirine yakın olarak belirlenirken, en düşük gözenek puanı %10 MGK (3.85) ilave edilen keklerde belirlenmiştir (Şekil 4.27.). MGÇ ve MGÇÇ ilave edilerek üretilen kekler depolamanın dördüncü gününden itibaren düşük kabul edilebilirlik puanına sahipken MGK ilave edilerek üretilen kekler depolamanın dördüncü gününde hala yüksek kabul edilebilirlik puanlarına sahiptir.



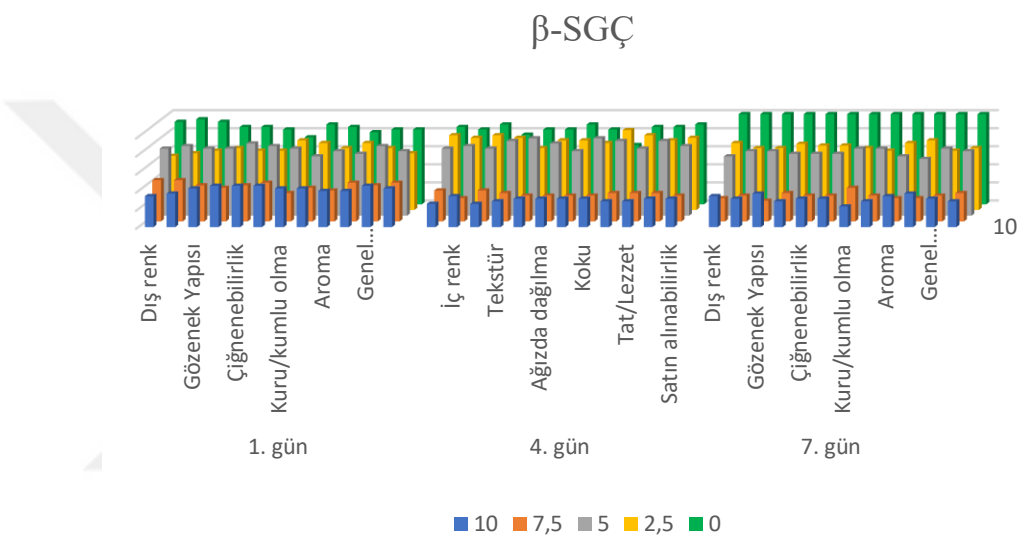
Şekil 4.27. MGK ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği

β-SGÇÇ ilave edilerek üretilen keklerin genel kabul edilebilirlik puanı 4.14 ile 3.71 arasında değişmektedir. Kontrol grubuna en yakın koku (3.71), aroma (4) ve tat/lezzet (4) puanı alan kekler ise %7.5 oranında β-SGÇÇ ilave edilen kekler olmuştur. Depolamanın 1. gününde %10 oranında β-SGÇÇ ilave edilerek üretilen keklerin koku (3.42) ve genel kabul edilebilirlik (3.71) puanı, depolamanın 4. gününde sırasıyla 1.14 ve 1.71; depolamanın 7. gününde ise yine sırasıyla 1.14 ve 1.57 olarak belirlenmiştir. Satın alınabilirlik puanı ise kontrol grubu ve %10 β-SGÇÇ ilave edilen keklerde depolamanın birinci gününde 3.71 iken depolamanın 7. gününde 1 olarak belirlenmiştir. Yine tekstür puanı sırasıyla depolamanın ilk gününde 4 olarak belirlenmişken 4. ve 7. günde sırasıyla 1.42 ve 1.14 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.28.).



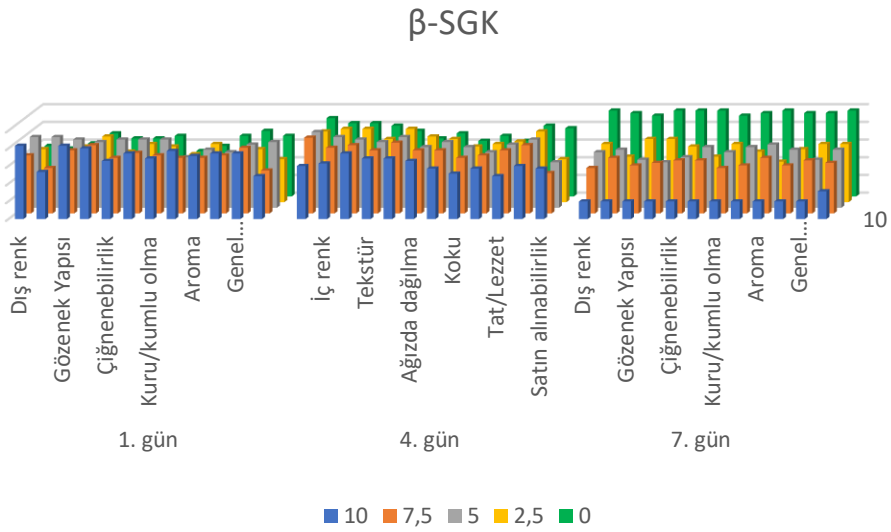
Şekil 4. 28. β-SGÇÇ ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği

β-SGÇ ilave edilerek üretilen keklerde de diğer keklerde olduğu gibi en çok beğenilen kek grubu kontrol grubu kekler olmuştur. Kontrol grubundan sonra en çok kabul edilebilir bulunan kekler ise %2.5 oranında β-SGÇ ilave edilerek üretilen keklerdir. %2.5 oranında β-SGÇ ilave edilerek üretilen keklerin depolamaya bağlı olarak belirlenen özelliklerinde önemli değişme olmamıştır ancak %10 oranında β-SGÇ ilave edilen keklerin genel kabul edilebilirlik ve satın alınabilirlik puanındaki azalma Şekil 4.29'da da görülmektedir. Kontrol grubuna en yakın koku (3.28), aroma (3.57), genel kabul edilebilirlik (3.85) ve satın alınabilirlik (3.57) puanı %5 β-SGÇ ilave edilerek üretilen keklerde belirlenmiştir.



Şekil 4.29. β-SGÇ ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği

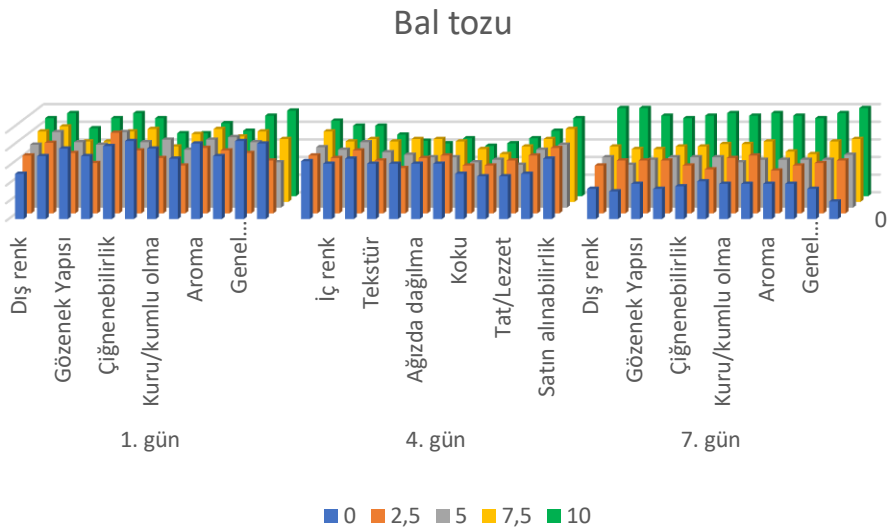
%5 β-SGK ilave edilerek üretilen kekler kontrol grubuna en yakın puana sahip olan kekler olup satın alınabilirlik puanı 3.71 olarak belirlenmiştir. %10 oranında β-SGK ilave edilen keklerin depolamanın 1. gününde genel kabul edilebilirlik puanı 3.71, depolamanın 4. gününde 3 ve depolamanın 7. gününde ise 1 olarak belirlenmiştir. Ayrıca depolamanın 7. gününde %10 oranında β-SGK ilave edilen keklerin koku, aroma tekstür ve tat/lezzet puanları da 1 olarak belirlenmiş ve en düşük puanı alan kek grubu olmuştur (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. β-SGK ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği

Bal tozu ilavesi keklerin sertlik değerini azaltmış ve lezzetini arttırmıştır. Bu nedenle bal tozu ilave edilen kekler mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklere göre daha çok beğenilmiştir. Bal tozu ilave edilerek üretilen kekler mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklere oranla daha yüksek puanlar almış olup %10 bal tozu ilave edilen kekler kontrol grubundan daha yüksek puanlar almıştır. Bu keklerin çiğnenebilirlik (4.71), aroma (4.14), genel kabul edilebilirlik (4.57) ve satın alınabilirlik puanı (4.85) kontrol grubundan daha iyi değerlere sahiptir. Depolamanın 7. gününde ise nem kaybının etkisiyle tekstürel özelliklerinde meydana gelen değişim kabul edilebilirliğini azaltmıştır. Depolamanın 7.gününde %10 oranında bal tozu ilave edilen keklerin satın alınabilirlik puanı 1'e düşmüştür (Şekil 4.31).

Bal tozu içeriğinde bulunan şeker ilave edilme oranı arttıkça top keklerin lezzetini arttırmış ve duyusal olarak daha çok beğenilmesini sağlamıştır. Ayrıca şekerin artmasıyla pişirme sırasında keklerin kabuk renginde esmerleşme reaksiyonlarına bağlı olarak koyu bir renk meydana gelmiştir. Duyusal analizde %10 bal tozu ilave edilen kekler kontrol grubuna göre kabuk rengi bakımından daha düşük değere sahip olmuştur.



Şekil 4.31. Bal tozu ilave edilen keklerin zamana göre duyusal analiz grafiği

Tüm duyusal analiz sonuçlarının incelenmesinden sonra mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklerde kontrol grubuna en yakın kabul edilebilirlik puanını %5 MGÇÇ, %5 MGÇ, %7.5 MGK, %7.5 β-SGÇÇ, %5 β-SGÇ ve %5 β-SGK ilave edilerek üretilen kekler almıştır. Bal tozu ilave edilerek üretilen keklerde ise %10 oranında zenginleştirilen kekler tüketiciler tarafından daha yüksek puanlar almışlardır.

Bu değerler göz önünde bulundurularak keskin tat ve konusu nedeniyle kullanımı sınırlı olan ancak sağlık açısından faydalı olan propolisin mikroenkapsüle edilerek istenmeyen koku ve aroma bileşenlerinin maskelenebileceği belirlenmiştir. Farklı orjine sahip propolislerin mikroenkapsüllerinin top kek üretiminde en fazla %7.5 oranında duyusal olarak kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çam propolisinin diğer propolislere oranlar daha keskin tat ve aroma içermesi nedeniyle %5'ten fazla kullanılması duyusal olarak uygun bulunmamıştır. Bal tozu ise duyusal olarak %10 oranında kabul edilebilir özellikte olduğu belirlenmiştir.

4.12. Top Keklerin Fenolik Bileşen Değerleri

Duyusal analiz sonrasında kabul edilebilir özellikte bulunan keklerin HPLC analizi ile belirlenen fenolik bileşen değerleri Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Çizelge 4.49. Kabul edilebilir özellikteki top keklerin kafeik asit, p-kumarik asit ve ferulik asit değerleri

Kek çeşidi	Kafeik asit (µg/g)	p-kumarik asit (µg/g)	Ferulik asit (µg/g)
Kontrol	0.00^{g*}±0.00	0.25^{f}±0.01	0.85^{d}±0.01
%5 MGÇÇ	73.05^{a}±0.23	8.55^{e}±0.18	2.05^{d}±0.03
%5 MGÇ	22.65^{b}±0.41	11.20^{c}±0.65	23.06^{a}±0.71
%7.5 MGK	3.35^{f}±0.73	12.50^{a}±0.15	0.55^{d}±0.97
%7,5 β-SGÇÇ	16.35^{c}±0.36	12.45^{a}±0.42	1.35^{d}±0.10
%5 β-SGÇ	5.05^{d}±0.07	9.25^{e}±0.39	16.25^{b}±0.35
%5 β-SGK	4.70^{e}±0.13	11.85^{b}±0.75	7.80^{c}±0.15
%10 Bal tozu	0.00^{g}±0.00	0.33^{f}±0.09	0.70^{d}±0.19

*: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen örnekler arasında fark bulunmaktadır ($p<0.05$)

Top keklerin kafeik asit, p-kumarik asit ve ferulik asit miktarları bakımından aralarında önemli farklar belirlenmiştir ($p<0.05$). Top keklerde kafeik asit miktarı 0.00-73.05 µg/g arasında, p-kumarik asit 0.25-12.50 µg/g arasında ve ferulik asit 0.55-23.06 µg/g arasında değişmiştir.

Duyusal analiz sonucunda %5 MGÇÇ ilave edilerek üretilen kekler tüm tercih edilen kekler arasında en yüksek kafeik asit içeriğine sahip olan kektir (73.05 µg/g). %7.5 MGK ilave edilerek üretilen kekler p-kumarik asit (12.50 µg/g) bakımından en yüksek değere sahiptir ve %5 MGÇ ilave edilerek üretilen kekler ise en yüksek ferulik asit (23.06 µg/g) miktarına sahiptir. Kontrol grubu keklerde kafeik asit hiç belirlenemezken p-kumarik ve ferulik asit miktarları sırasıyla 0.25 µg/g ve 0.85 olarak tespit edilmiştir. Maltodekstrin/gam arabik kullanılarak mikroenkapsüle edilen propolisler ile zenginleştirilen keklerin fenolik bileşenleri β-siklodekstrin/gam arabik kullanılanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Propolis mikroenkapsülü ilave edilerek üretilen keklerin bal tozu ilave edilerek üretilen keklere göre çok daha yüksek fenolik bileşen içerdiği Çizelge 4.55'te görülmektedir. Kontrol grubu keklere göre ise mikroenkapsül ile zenginleştirilen tüm keklerde önemli düzeyde fenolik bileşenlerde artış belirlenmiştir.

Maltodekstrin/gam arabik ile mikroenkapsüle edilen çiçek propolinin ilave edildiği top keklerin kafeik asit miktarı 73.05 µg/g, β-SGÇÇ ilave edilmesiyle üretilen keklerin kafeik asit miktarı ise 16.35 µg/g olarak belirlenmiştir. MGÇÇ'nin ilave edilme oranı

%5 olmasına rağmen %7.5 oranında β-SGÇÇ ilave edilerek üretilen keklerden yaklaşık 4.5 kat daha fazla fenolik bileşen tutulmuştur. Kestane propolisi mikroenkapsülü ilave edilen keklerde ise farklı bir durum ortaya çıkmaktadır. %7.5 oranında MGK ilave edilerek üretilen top keklerin ferulik asit miktarı 0.55 µg/g iken %5 oranında β-SGK ilave edilerek üretilen keklerde ferulik asit miktarı 14 kat daha fazladır.

Bal tozu ve mikroenkapsüle propolis ilave edilerek üretilen tüm keklerde fenolik bileşenler kontrol grubuna göre önemli düzeyde artış göstermiştir. Yine bal tozu ve mikroenkapsül ilave edilen kekler karşılaştırıldığında mikroenapsül ilave edilerek üretilen keklerin bal tozuna oranla daha fazla fenolik bileşen içerdiği belirlenmiştir.

Fenolik maddelerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle tüketilen gıdalarda fenolik madde miktarının yüksek olması istenmektedir. Son yıllarda gıdalar fenolik bileşenler ile zenginleştirilerek daha fonksiyonel gıdalar üretilmeye çalışılmaktadır. Çalışmada üretilen keklerin kontrol grubuna göre daha yüksek fenolik bileşene sahip olması çalışma hedefine ulaşıldığını göstermektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada farklı bitkisel kaynaklardan elde edilen propolislerin mikroenkapsüle edilmesi, mikroenkapsüllerin ve bal tozunun top kek üretiminde kullanılması ve böylece fonksiyonel, sağlık üzerine olumlu etkisi olan kek üretimi amaçlanmıştır. Bunun için ilk olarak propolislerin ideal ekstraksiyon koşulları belirlenmiştir. Sonra ekstraktların mikroenkapsülasyonunun gerçekleştirilebilmesi için seçilen kaplama materyallerinin ideal kaplama parametreleri belirlenmiştir. Elde edilen farklı mikroenkapsüller değişen oranlarda top kek üretiminde kullanılmıştır.

Üretilen mikroenkapsüllerin özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla su aktivitesi, yığın yoğunluğu, sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, yüzey morfolojisi (SEM görüntüleme analizi), toplam fenolik madde analizi, antioksidan aktivite, mineral madde analizi ve fenolik bileşen (ferulik asit, p-kumarik asit, kafeik asit) analizleri yapılmıştır.

Keklerde ise nem, kül, protein, yağ gibi kimyasal analizler yapıldıktan sonra fiziksel özelliklerini ifade edebilmek için simetri indeksi, tekdüzelik indeksi gibi değerler belirlenmiştir. Daha sonra keklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteleri, mineral madde içeriği, invitro sindirim (biyoyararlılık) testi yapılmıştır. Kekler 7 gün süreyle depolanmış ve depolamanın 1., 4. ve 7. günlerinde toplam fenolik madde, su aktivitesi, antioksidan aktivite ve biyoyararlılık, tekstür ve duyusal analizleri yapılmıştır.

Temin edilen propolislerin özelliklerine göre;

- İncelenen fenolik bileşenler arasında kafeik asit miktarının tüm propolislerde yüksek olduğu belirlenmiştir. Çam propolisinin ise p-kumarik asit ve ferulik asit miktarı bakımından diğer propolis çeşitlerinden daha zengin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüm propolislerin Fe içeriğinin yüksek olduğu bulunmuştur.
- Propolislerin ekstraksiyonu sonrasında en yüksek fenolik madde ve antioksidan aktivite değerine sahip propolis esktrakstının çam propolisinden elde edildiği belirlenmiştir.

- Elde edilen ektraktların mikroenkapsülasyonunda çiçek ve kestane propolislerinde çekirdek/kaplama oranı 1/3 olarak belirlenirken, çam propolisinde bu oran 1/4 olarak belirlenmiştir.
- Mikroenkapsülasyon için maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu kullanılan propolislerde çiçek, çam ve kestane propolisinde maltodekstrin-gam arabik oranı sırasıyla %100-%0, %95-%5 ve %16-%84 olarak belirlenmiştir. β-siklodekstrin/gam arabik oranı ise aynı sırayla %81-%19, %66-%34 ve %26-%75 olarak belirlenmiştir.
- Elde edilen mikroenkapsüllerden en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olan ve antioksidan aktivite gösteren mikroenkapsülün çam propolisinin mikroenkapsülü olduğu belirlenmiştir.
- Yüzey morfolojisi SEM görüntüleri sonucunda belirlenmiştir. Çam ve kestane mikroenkapsülasyonu için maltodekstrin/gam arabik karışımının β-siklodekstrin/gam arabik karışımına göre daha iyi mikroenkapsüller meydana getirdiği tespit edilmiştir.
- Maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen mikroenkapsüllerin β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilenlere göre daha yüksek ferulik, p-kumarik ve kafeik asit içerdiği belirlenmiştir.
- Mikroenkapsüllerin biyoyararlılık sonuçları bakımından çam propolisinin hem maltodekstrin/gam arabik hem de β-siklodekstrin/gam arabik kombinasyonu ile elde edilen mikroenkapsülünün diğer propolis çeşitlerinden daha yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur.
- Kek üretiminde 210 ℃ sıcaklık ve 20 dakika pişirme süresinin keklerin tekstür, renk ve nem değeri açısından optimum pişirme kriterleri olduğu belirlenmiştir.
- Mikroenkapsüllerin elde edilmesinde kullanılan gam arabik oranının artması mikroenkapsül renginin daha koyu renge sahip olmasına neden olmuştur.
- Maltodekstrin/gam arabik kombinasyonu kullanılarak elde edilen mikroenkapsüllerin kek hamuruna ilavesinin β-siklodekstrin/gam arabik ile elde edilen mikroenkapsüllerin ilavesinden daha yüksek yapışkanlığa sebep olduğu belirlenmiştir.
- Kestane propolisi ilave edilerek üretilen top keklerin en yüksek protein ve yağ oranına sahip olduğu; nem ve kül oranı yüksek olan keklerin ise çam propolisi mikroenkapsülünün ilave edildiği kekler olduğu belirlenmiştir.

- Üretilen keklerden en koyu renge sahip olanlarının bileşimi nedeniyle kestane propolisi mikroenkapsülü ilave edilen kekler olduğu belirlenmiştir.
- Su aktivitesinin su kaybına bağlı olarak depolama süresince azaldığı ve mikroenkapsüle kestane propolisi ilave edilen keklerde depolama süresince su kaybının diğer keklere oranla daha az olduğu belirlenmiştir.
- Pişme kaybının en az olduğu ve dolayısıyla kek veriminin en fazla olduğu keklerin kestane propolisi ilave edilen kekler olduğu belirlenmiştir.
- Tekdüzeliği en uygun olan ve ağırlık kaybının en az olduğu keklerin kestane propolisi ilave edilerek üretilen kekler olduğu belirlenmiştir.
- Hacmi en yüksek olan keklerin çam propolisi ilave edilmesiyle üretilen kekler olduğu belirlenmiştir.
- Mineral madde bakımından Mg, Fe miktarının en yüksek değere sahip olan keklerin kestane propolisi ilave edilen kekler olduğu, en yüksek K miktarının ise çam propolisi ilave edilen keklerde olduğu belirlenmiştir.
- Fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite bakımından en yüksek değere sahip keklerin çiçek propolisi ilave edilerek üretilen keklerde olduğu belirlenmiştir.
- Biyoyararlılık bakımından incelenen keklerde ise en fazla biyoyararlı bulunan kekin çam propolisi ilave edilen kekler olduğu belirlenmiştir.
- Sertlik değerinin depolamaya bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Sertliği kontrol grubuna en yakın olan keklerin ise mikroenkapsüle çiçek propolisi ilave edilen kekler olduğu belirlenmiştir. Mikroenkapsüle çam propolisi ilave edilerek üretilen keklerin depolama süresince mikroenkapsüle çiçek propolisi ile üretilen keklere oranla daha düşük sertlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir.
- Yapışkanlığı en az olan keklerin mikroenkapsüle kestane propolisi ilave edilen kekler olduğu, sakızımsılığı en yüksek olan keklerin ise mikroenkapsüle çiçek ve çam propolisi ilave edilen kekler olduğu belirlenmiştir.
- Mikroenkapsüle çiçek propolisi ilave edilerek üretilen keklerin çiğnenebilirliğinin diğer keklere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince çiğnenebilirlik değeri artmış ve en fazla artış bal tozu ilave edilerek üretilen keklerde meydana gelmiştir.
- Kontrol grubuna göre mikroenkapsül ya da bal tozu ilave edilerek üretilen keklerin toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, mineral madde bakımından daha zengin olduğu; tekstürel özellikler bakımından ise

zenginleştirilen keklerin kontrol kekinden daha yumuşak bir tekstüre sahip olduğu belirlenmiştir.

- Duyusal analiz sonuçlarına göre mikroenkapsül ilave edilerek üretilen keklerde kontrol keklerinden sonra %5 MGÇÇ, %5 MGÇ, %7.5 MGK, %7.5 β-SGÇÇ, %5 β-SGÇ ve %5 β-SGK ilave edilerek üretilen kekler en yüksek beğeni puanı almıştır. Bal tozu ilave edilerek üretilen keklerde ise en yüksek beğeni puanı %10 oranında ilave edilen keklerde belirlenmiştir.
- Mikroenkapsülasyon ile propolisin kendine has tat ve kokusunun maskelenebileceği ve elde edilen mikroenkapsüllerin belirlenen oranlarda kek üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.
- Tüketiciler tarafından tercih edilen kekler arasında en yüksek fenolik bileşen içeriğine sahip keklerin %5 MGÇ olduğu belirlenmiştir.

Maltodekstrin/gam arabik ve β-siklodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilen propolis mikroenkapsüllerinin, ticari olarak temin edilen bal tozundan daha yüksek biyoyararlılığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Kaplama materyalleri bakımından ise maltodekstrin/gam arabik kombinasyonunda fenolik madde miktarı yüksek çıkmasına rağmen biyoyararlılığı yüksek olan mikroenkapsüllerin β-siklodekstrin/gam arabik kullanılarak üretilenler olduğu belirlenmiştir.

Mikroenkapsülasyon işlemi ile propolis ekstraktlarının çeşitli çevresel faktörlerden korunduğu ve keklere ilave edildiğinde toplam mineral madde, fenolik madde değeri ve antioksidan içeriği yüksek fonksiyonel keklerin üretilebileceği tespit edilmiştir. Tüm bilgiler birlikte ele alındığında biyoyararlılık oranı, mineral madde içeriği ve tüketicilerin kabul edilebilirliği bakımından %5 MGÇ ilave edilerek üretilen keklerin fonksiyonel kek üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca %5 MGÇ ilave edilen keklerin toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, fenolik bileşen değerlerinin de kontrol grubu keklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Propolis arıcılar tarafından değeri yeni anlaşılan bir ürün olması sebebiyle günümüzde fiyatı oldukça yüksektir. Bu haliyle çalışmanın sanayiye aktarımı çok öngörülmese de ilerleyen yıllarda arıcılığın gelişmesi, propolis üretiminin artmasıyla daha ekonomik olarak propolis ilaveli kek üretimi mümkün olabilir.

KAYNAKLAR

AACI, 2000. American Association of Cereal Chemists Approved Methods of The AACC. 11th Edition The Association. St. Paul, MO, USA.

Akao, Y., Maruyama, H., Matsumoto, K., Ohguchi, K., Nishizawa, K., Sakamoto, T.,Araki, Y.,Mishima,S., Nozawa, Y. 2003. Cell Growth Inhibitory Effect of Cinnamic Acid Derivatives From Propolis on Human Tumor Cell Lines. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 26(7), 1057-1059.

Aksoylu, Z. 2012. Bisküvinin Fonksiyonel Özellik Taşıyan Bazı Bitkisel Ürünlerce Zenginleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 144s, Manisa.

Albayrak, S., Albayrak, S. 2008. Propolis: Doğal Antimikrobiyal Madde. Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 37(3), 201-215.

Al-Dmoor, H., 2013a. Correlation Study Between Volume and Overall Acceptability of Cake With Properties of Hard Wheat Flour. American Journal of Agricultural And Biological Sciences, 8(2), 149-155.

Al-Dmoor, H.M., 2013b. Cake Flour: Functionality and Quality. European Scientific Journal, 9(3), 166-180.

Al-Ghamdi, A. A., Bayaqoob, N. I., Rushdi, A. I., Alattal, Y., Simoneit, B. R., El-Mubarak, A. H., Al-Mutlaq, K. F., 2017. Chemical Compositions and Characteristics of Organic Compounds in Propolis from Yemen. Saudi Journal of Biological Sciences, 24(5), 1094-1103.

Ali, F.H., Kassem, G.M., Atta-Alla, O.A. 2010. Propolis As A Natural Decontaminant and Antioxidant in Fresh Oriental Sausage. Veterinaria İtaliana, 46(2), 167-172.

Aliyazıcıoglu, R., Sahin, H., Erturk, O., Ulusoy, E., Kolayli, S., 2013. Properties of Phenolic Composition and Biological Activity of Propolis From Turkey. International Journal of Food Properties, 16(2), 277-287.

Alrefaie, S., Bostan, K. 2017. Effect of Clove and Lemongrass Essential Oils As Natural Antioxidants on Cake Shelf Life. Aydın Gastronomy, 1(2), 1-15.

Alvarez, M. D., Herranz, B., Fuentes, R., Cuesta, F. J., Canet, W., 2017. Replacement of Wheat Flour by Chickpea Flour in Muffin Batter: Effect on Rheological Properties. Journal of Food Process Engineering, 40(2),1-13.

Aly, S.A., Elewa, N.A. 2007. The Effect of Egyptian Honeybee Propolis on The Growth of Aspergillus Versicolor and Sterigmatocystin Biosynthesis in Ras Cheese. The Journal of Dairy Research, 74(1), 74.

Andrade, JKS., Denadai, M., de Oliveira, CS., Nunes, ML., Narain, N. 2017. Evaluation of Bioactive Compounds Potential and Antioxidant Activity of

Brown, Green and Red Propolis From Brazilian Northeast Region. Food Research International, 101, 129-138.

Atak, E., Uslu, M.E., 2018 Fenolik Bileşikler, Ekstraksiyon Metotları ve Analiz Yöntemleri. Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 3(27), 39-48.

Atalar, İ. 2018. İnstant Yoğurt Tozu Üretim Koşullarının Optimizasyonu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 117s, Samsun.

Ataman, Ç., Gül, H.,2020. Leblebi Üretiminde Yan Ürün Olarak Açığa Çıkan Kırık Leblebi Ununun Mufin Kalitesi Üzerine Etkisi. Black Sea Journal of Agriculture, 11-12.

Augustin, MA., Hemar, Y., 2009. Nano-and Micro-Structured Assemblies for Encapsulation of Food Ingredients. Chemical Society Reviews, 38(4), 902-912.

Azarpazhooh, E., Sharayei, P., Zomorodi, S., Ramaswamy, HS., 2019. Physicochemical and Phytochemical Characterization and Storage Stability of Freeze-Dried Encapsulated Pomegranate Peel Anthocyanin and In Vitro Evaluation of Its Antioxidant Activity. Food and Bioprocess Technology, 12(2), 199-210.

Bağdatlı, M., 2019. Enkapsüle Propolisin Fonksiyonel Gıda Üretiminde Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76s, Malatya.

Bala, M., Kumar, T.A., Tushir, S., Nanda, S.K., Gupta, RK., 2019. Quality Protein Maize Based Muffins: Influence of Non-Gluten Proteins on Batter and Muffin Characteristics. Journal of Food Science and Technology, 56(2), 713-723.

Ballesteros, L.F., Ramirez, M.J., Orrego, C.E., Teixeira, J.A., Mussatto, S.I., 2017. Encapsulation of Antioxidant Phenolic Compounds Extracted From Spent Coffee Grounds By Freeze-Drying and Spray-Drying Using Different Coating Materials. Food Chemistry, 237, 623-631.

Baltacıoğlu, C., Uyar, M. 2017. Kabak (Cucubita pepo L.) Tozunun Kek Üretiminde Potansiyel Kullanımı ve Kek Kalite Parametrelerine Etkisi. Academic Food Journal/Akademik Gıda, 15(3). 274-280.

Baltacıoğlu, C., Temzisoy, B., Kanbur, M., Doğan, M., İbili, S., 2020. Hindiba (Cichorium İntybus L.) Kökü Ekstraktı ve Trabzon Hurması (Diospyros Kaki L.) Tozunun Kek Üretiminde Kullanılması ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(1), 297-307.

Bankova, V., Boudourova-Krasteva, G., Popov, S., Sforcin, J.M., Funari, S.R.C. 1998. Seasonal variations of the chemical composition of Brazilian propolis. Apidologie, 29(4), 361-367.

Bankova, V., Popova, M., Trusheva, B., 2016. New Emerging Fields of Application of Propolis. Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 35(1), 1-11.

Banskota, A.H., Tezuka, Y., Kadota, S., 2001. Recent Progress in Pharmacological Research of Propolis. Phytotherapy Research, 15(7), 561-571.

Bartolozzo, J., Borneo, R., Aguirre, A., 2016. Effect of Triticale-Based Edible Coating on Muffin Quality Maintenance During Storage. Journal of Food Measurement and Characterization, 10(1), 88-95.

Başyiğit, B., Çam M., 2017. Püskürtmeli Kurutucu ile Nane (Mentha Piperita ve Mentha Spicata) Esansiyel Yağı Mikroenkapsülasyonu. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21(1), 24-34.

Batu, A., 1993. Kuru Üzüm ve Pekmezin İnsan Sağlığı ve Beslenmesi Açısından Önemi, Gıda Dergisi, 18(5), 303-307

Bayrak, A. 2006. Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği, 32; 497.

Bayram, N.E., 2015. Hakkari Bölgesi Propolislerinin Botanik Orijininin ve Kimyasal İçeriğinin Saptanması, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 222 s., İstanbul.

Bender, A.B., Speroni, C.S., Salvador, P.R., Loureiro, B.B., Lovatto, N.M., Goulart, F.R., Penna, N.G., 2017. Grape Pomace Skins And The Effects of Its Inclusion in The Technological Properties of Muffins. Journal of Culinary Science and Technology, 15(2), 143-157.

Bender, A.B., Speroni, C.S., Salvador, P.R., Loureiro, B.B., Lovatto, N.M., Goulart, F.R., Penna, N.G., 2017. Grape Pomace Skins and The Effects of Its Inclusion in The Technological Properties of Muffins. Journal of Culinary Science and Technology, 15(2), 143-157.

Bernardi, S., Favaro-Trindade, C.S., Trindade, M.A., Balieiro, J.C.C., Cavenaghi, A. D., Contreras-Castillo, C.J., 2013. Italian-Type Salamı Wıth Propolıs As Antıoxidant. Italian Journal of Food Science, 25(4),433-440.

Bhaduri, S., Mukherjee, A.K., 2016. Rheology Of Muffin Batters By Line Spread Test and Viscosity Measurements. International Journal Food Science Nutrition Diet, 5(9), 325-329.

Bigliardi, B., Galati, F., 2013. Innovation Trends in The Food Industry: The Case of Functional Foods. Trends in Food Science and Technology, 31(2), 118-129.

Bilek, S.E., 2010. The Effects of Time, Temperature, Solvent: Solid Ratio and Solvent Composition on Extraction of Total Phenolic Compound From Dried Olive (Olea Europaea L.) Leaves. Gıda Dergisi, 35, 411-416.

Bonfil, D.J., Posner, E.S., 2012. Can Bread Wheat Quality Be Determined By Gluten Index?. Journal of Cereal Science, 56(2), 115-118.

Bonvehí, J.S., Coll, F.V., 2000. Study on Propolis Quality From China and Uruguay. Zeitschrift für Naturforschung, 55(9-10), 778-784.

Borges, A., Ferreira, C., Saavedra, M.J., Simoes, M., 2013. Antibacterial Activity and Mode of Action of Ferulic and Gallic Acids Against Pathogenic Bacteria. Microbial Drug Resistance, 19(4), 256-265.

Boz, H., 2018. Buğday veya Mısır Nişastası Kullanılarak Üretilen Keklerin Fiziksel, Duyusal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Çirişlendirmenin Etkisi. Academic Food Journal/Akademik Gıda Dergisi, 16(2),176-182.

Bozdogan, N., Kumcuoglu, S., Tavman, S., 2019. Investigation of The Effects of Using Quinoa Flour on Gluten-Free Cake Batters and Cake Properties. Journal Of Food Science and Technology, 56(2), 683-694.

Bölük, E., 2019. Şekerli ve Şekersiz Propolisli Sakız Üretim Optimizasyonu, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 71s, Tekirdağ.

Bulut, S., 2012. Ekmeklik Buğdayda Kalite. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(5):441-446.

Burdock, G.A, 1998. Review of the Biological Properties and Toxicity of Bee Propolis (propolis). Food and Chemical Toxicology, 36(4), 347-363.

Burnaz, N.A., Ertop, M.H., Karataş, Ş.M., 2018. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanımı ile Ekmeğin Fenolik Madde İçeriğinin Zenginleştirilmesi. Gıda, 43(2), 240-249.

Capuano, E., Ferrigno, A., Acampa, I., Serpen, A., Acar, Ö.C., Gokmen, V., Fogliano, V., 2009. Effect of Flour Type on Maillard Reaction and Acrylamide Formation During Toasting of Bread Crisp Model Systems and Mitigation Strategies. Food Reserch International, 42: 1295-1302.

Carmelina, A., Suma, C.A., Calle, B., Brohee, M., Stadler, R.H., Anklam, E., 2007. Impact of The Roasting Degree of Coffee on The in Vitro Radical Scavenging Capacity and Content of Acrylamide. Food Science and Technology, 40: 1849-1854.

Carullo, G., Scarpelli, F., Belsito, E. L., Caputo, P., Oliviero Rossi, C., Mincione, A., Aiello, F., 2020. Formulation of New Baking (+)-Catechin Based Leavening Agents: Effects on Rheology, Sensory and Antioxidant Features During Muffin Preparation. Foods, 9(11), 1569.

Carvalho, A.A., Finger, D., Machado, C.S., Schmidt, E.M., Da Costa, P.M., Alves, A.P.N.N.,de Moraes, D.O., Pesseo, C., Costa-Lotufo, L.V.C., Savaya, A.C.H.F., Dos Santos, J.M.T., 2011. In Vivo Antitumoural Activity and

Composition of an Oil Extract of Brazilian Propolis. Food Chemistry, 126(3), 1239-1245.

Castaldo, S., Capasso, F. 2002. Propolis, an Old Remedy Used in Modern Medicine. Fitoterapia, 73 (1), 1-6.

Cauvain, S. P., Cyster, J. 1996. Sponge Cake Technology. Campden and Chorleywood Food Research Association, 43s.

Cauvain, S. P., Young, L. S., 2007. Technology of Breadmaking. Springer International Publishing, 408s, İsviçre.

Cavalu, S., Bısboaca, S., Mates, I. M., Pasca, P. M., Laslo, V., Costea, T., Vıcas, S. Novel Formulation Based on Chitosan-Arabic Gam Nanoparticles Entrapping Propolis Extract. Revista de Chimie, 69(12), 3756-3760.

Červenka, L., Frühbauerová, M., Velichová, H., 2019. Functional Properties of Muffin As Affected By Substituing Wheat Flour With Carob Powder. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 13(1), 212-217.

Chen, W. Z., Hoseney, R. C., 1995. Development of An Objective Method for Dough Stickiness. Food Science and Technology, 28(5), 467-473.

Chen, X. D., Özkan, N., 2007. Stickiness, Functionality and Microstructure of Food Powders. Drying Technology, 25(6), 959-969.

Choi, H. S., Nam, H. Y., 2018. Quality Characteristics of Muffin Added With Red Yeast Rice And White Rice. Journal of The Korean Applied Science and Technology, 35(4), 1442-1455.

Chong, F. C., Chua, L. S., 2020. Effects of Solvent and pH on Stingless Bee Propolis in Ultrasound-Assisted Extraction. Agriengineering, 2(2), 308-316.

Chung, H.J., Lee, S.E., Han, J.A., Lim, S.T., 2010. Physical Properties of Dry-Heated Octenyl Succinylated Waxy Corn Starches and Its Application in Fat-Reduced Muffin. Journal of Cereal Science, 52, 496–501.

Chung, T. W., Moon, S. K., Chang, Y. C., Ko, J. H., Lee, Y. C., Cho, G., Kim, C. H., 2004. Novel And Therapeutic Effect Of Caffeic Acid And Caffeic Acid Phenyl Ester On Hepatocarcinoma Cells: Complete Regression of Hepatoma Growth And Metastasis By Dual Mechanism. The Faseb Journal, 18(14), 1670-1681.

Coggshall, W.L., Morse, R.A., 1984. Beeswax: Production, Harvesting, Processing And Products. Wicwas Press, 192s. Newyork.

Cunha, I., Sawaya, A.C., Caetano, F.M., Shimizu, M.T., Marcucci, M.C., Drezza, F.T., Carvalho, P.D.O., 2004. Factors That Influence The Yield and Composition Of Brazilian Propolis Extracts. Journal Of The Brazilian Chemical Society, 15(6), 964-970.

Çam, M., İçyer, N.C., Erdoğan, F., 2014. Pomegranate Peel Phenolics: Microencapsulation, Storage Stability and Potential İngredient For Functional Food Development. Food Science and Technology, 55(1), 117-123.

Çelik, G., 2016. Fonksiyonel Yeni Süt Ürünleri; Propolis Katkılı Yoğurt ve Ayran, Tunceli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s., Tunceli.

Çınar, B., Dizlek, H., 2018. Farklı Tip ve Düzeylerde Hidrokolloid Kullanımının Sufle Kek Kalitesine Etkisi. Gıda Dergisi, 43(6), 1100-1115.

Çiftçi, F., 2015. Propolisin Yoğurt Üretiminde Kullanılması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86s, Samsun.

Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., Fett, R., 2016. Honey: Chemical Composition, Stability and Authenticity. Food Chemistry, 196, 309-323.

Dayısoğlu, K.S., Gezginç, Y., Duman, A.D., Didin, M., 2003. Geleneksel Kahramanmaraş Tarhanasının Kimi Özellikleri ve Beslenmedeki Fonksiyonel Önemi, 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 2-4 Ekim, Ankara, 511-523.

De Barros, M.P., Lemos, M., Maistro, E.L., Leite, M.F., Sousa, J.P.B., Bastos, J. K., De Andrade, S. F., 2008. Evaluation Of Antiulcer Activity Of The Main Phenolic Acids Found in Brazilian Green Propolis. Journal of Ethnopharmacology, 120(3), 372-377.

Demir, M. K., Kılınç, M. Bal Tozu İkamesinin Kek Kalitesi Üzerine Etkisi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(1), 53-58.

Demirekin, A., 2019. Pirinç Nişastasından Çeşitli Yöntemler ile Elde Edilen Enzime Dirençli Nişastanın Karakterizasyonu ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 95s, Isparta.

Desai, A.D., Kulkarni, S.S., Sahoo, A.K., Ranveer, R.C., Dandge, P.B., 2010. Effect of Supplementation of Malted Ragi Flour on The Nutritional and Sensorial Quality Characteristics of Cake. Advance Journal of Food Science and Technology, 2(1), 67-71.

Desai, K.G.H., Park, H.J., 2005. Encapsulation of Vitamin C in Tripolyphosphate Cross-Linked Chitosan Microspheres By Spray Drying. Journal of Microencapsulation, 22(2), 179-192.

Dizlek, H., 2003. Farklı Kabartma Tozlarının Değişik Oranlarda Kullanılmasının ve Kek Hamurunun Pişme Öncesinde Bekletilmesinin Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Adana.

Dizlek, H., Özer, M.S., Gül, H. 2008. Keklerin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Ölçütler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum, 21-23.

Doğan, N., Hayoğlu, İ. 2012. Propolis ve Kullanım Alanları. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 16(3), 39-48.

Dunnewind, B., Sliwinski, E. L., Grolle, K., Van Vliet, T., 2003. The Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig-An Experimental Evaluation. Journal of Texture Studies, 34(5-6), 537-560.

Engür, T., 2007. Kayseri Propolisinin Kimyasal Yapısı ve Standardizasyonu. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 47s, Kayseri.

Erbaş, M., 2006. Yeni Bir Gıda Grubu Olarak Fonksiyonel Gıdalar. Türkiye 9. Gıda Kogresi, 24-26 Mayıs, Bolu, 24-26.

Erdoğan, S., Ateş, B., Durmaz, G., Yılmaz, I, Seçkin, T., 2010. Türkiye'nin Farklı Yörelerinden Toplanmış Propolis Örneklerinin Fenolik Madde İçeriklerinin ve Radikal Süpürme Kapasitelerinin Karşılaştırılmalı Analizi.24. Ulusal Kimya Kongresi, 29 Haziran- 2 Temmuz, Zonguldak, 29.

Ergün Altay, K., Caliskan Koc, G., Dirim, S. N., 2020. Dondurularak Kurutulmuş Meyve Tozlarının Keklerin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Erişim tarihi: 9.12.2020. Https://Jag.Journalagent.Com/Pajes/Pdfs/PAJES-83883-RESEARCH_ARTICLE-DIRIM.Pdf

Ertaş, N., Çoklar, H., 2008. Farklı Pekmez Çeşitlerinin Doğal Şeker Kaynağı Olarak Kek Hamuru ve Kek Özellikleri-Ne Etkisi. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 22(46), 51-54.

Erte, E., 2007. Siyah Üzümde (Vitis Vinifera L.) Bulunan Resveratrol'ün Üretim Veriminin Artırılmasına Ses Ötesi Dalgaların Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 124s, Ankara.

Ertop, M.H., Sarıkaya, S.B.Ö. 2017. Çeşitli Fırıncılık Ürünlerinin Hidroksimetilfurfural İçeriği, Antioksidan Aktivitesi ve Kolorimetrik Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Gıda, 42(6), 834-843.

Escriche, I., Juan-Borrás, M., 2018. Standardizing the Analysis of Phenolic Profile in Propolis. Food Research International, 106, 834-841.

Fan, F., Roos, Y.H., 2019. Physicochemical Properties, Structural Transformation, And Relaxation Time in Strength Analysis For Honey Powder Models. Food Research International, 122, 137-148.

Farahmand, S., 2014. Utilization of Inulin As Fat Replacer in Cake and Mayonnaise. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 160s, Ankara

Favaro-Trindade, C.S., Heinemann, R. J. B., Pedroso, D.D.L. 2011. Developments in Probiotic Encapsulation. Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 6, 1-8.

Fukushima, Y., Ohie, T., Yonekawa, Y., Yonemoto, K., Aizawa, H., Mori, Y., Kondo, K. 2009. Coffee and Green Tea As A Large Source of Antioxidant Polyphenols In The Japanese Population. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(4), 1253-1259.

Garcia-Oliveira, A. L., Chander, S., Ortiz, R., Menkir, A., Gedil, M., 2018. Genetic Basis And Breeding Perspectives Of Grain Iron And Zinc Enrichment in Cereals. Frontiers in Plant Science, 9, 937.

Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. 2010. Phenolic-Compound-Extraction Systems For Fruit And Vegetable Samples. Molecules, 15(12), 8813-8826.

Gargouri, W., Osés, S.M., Fernández-Muiño, M.A., Sancho, M.T., Kechaou, N., 2019. Evaluation of bioactive compounds and biological activities of Tunisian propolis. Food and Technology, 111, 328-336.

Gaserod, O., Sannes, A., Skjåk-Bræk, G., 1999. Microcapsules of Alginate–Chitosan. II. A Study of Capsule Stability And Permeability. Biomaterials, 20(8), 773-783.

Geldart, D., Abdullah, E.C., Hassanpour, A., Nwoke, L.C., Wouters, I.J.C.P., 2006. Characterization of Powder Flowability Using Measurement of Angle of Repose. China Particuology, 4(03n04), 104-107.

Gerçekaslan, K.E., Boz, H., 2018. Keçiboynuzu Unu İlavesinin Kakaolu Kekin Fiziksel, Duyusal ve Tekstürel Özelliklerine Etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1), 95-101.

Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., Saurel, R. 2007. Applications of Spray-Drying in Microencapsulation Of Food Ingredients: An Overview. Food Research International, 40(9), 1107-1121.

Ghebleh, F. 2019. Propolis ve Kekik Yağı Katkılı Kitosan Kaplamanın Tavuk Göğüs Eti Kalitesi Üzerine Etkisi. Sağlık Billimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 65s. Erzurum.

Ghisalberti, E. L., 1979. Propolis: A Review. Bee World, 60(2), 59-84.

Giri, S., Banerji, A., Lele, S. S., Ananthanarayan, L., 2017. Effect of Addition of Enzymatically Modified Guar Gum on Glycemic Index of Selected Indian Traditional Foods (İdli, Chapatti). Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 11, 1-8.

Giritlioğlu, E., 2017. Kinoa (Chenopodium quinoa Willd.) ve Şeker Otu (Stevia Rebaudiana Bertoni) Kullanılarak Yeni Bisküvi ve Kek Formülleri Geliştirme

Üzerine Bir Araştırma. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 111s, Osmaniye.

Golinejad, S., Mirjalili, M.H., 2020. Fast and Cost-Effective Preparation of Plant Cells For Scanning Electron Microscopy (SEM) Analysis. Analytical Biochemistry, 609, 113920.

Golopani, M. Shahare, M., Ramteke, D. S., Wate, S.R., 2007. Heavy Metal Content Of Potato Chips And Biscuits From Nagpur City, India. Bull Environ Contam Toxicology, 79:384-387.

Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C. M., Pando, V., Fernández, E., 2008. Studies on Cake Quality Made of Wheat–Chickpea Flour Blends. Food Science and Technology, 41(9), 1701-1709.

Gómez, M., Ronda, F., Blanco, C.A., Caballero, P.A., Apesteguía, A., 2003. Effect of Dietary Fibre on Dough Rheology And Bread Quality. European Food Research and Technology, 216(1), 51-56.

Gómez, M., Ruiz, E., Oliete, B., 2011. Effect of Batter Freezing Conditions and Resting Time on Cake Quality. Food Science and Technology, 44(4), 911-916.

Goswami, D., Gupta, R. K., Mridula, D., Sharma, M., Tyagi, S. K. 2015. Barnyard millet based muffins: Physical, textural and sensory properties. Food Science and Technology, 64(1), 374-380.

Gouin, S. 2004. Microencapsulation: Industrial Appraisal of Existing Technologies and Trends. Trends in Food Science and Technology, 15(7-8), 330-347.

Gözükara, Ö.İ., 2013. Balkabağı Tozunun Fizikokimyasal ve Sorpsiyon Özellikleri Üzerine Kurutma Metotlarının Etkisi ve Balkabağı Tozunun Kek Üretiminde Kullanımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 105s., İstanbul.

Graikou, K., Popova, M., Gortzi, O., Bankova, V., Chinou, I., 2016. Characterization And Biological Evaluation Of Selected Mediterranean Propolis Samples. Is It A New Type? Food Science and Technology, 65, 261-267.

Grange, J.M., Davey, R.W., 1990. Antibacterial Properties of Propolis (Bee Glue). Journal of The Royal Society of Medicine, 83(3), 159-160.

Grausgruber, H., Hatzenbichler, E., Ruckenbauer, P., 2003. Analysis of Repeated Stickiness Measures of Wheat Dough Using A Texture Analyzer. Journal of Texture Studies, 34, 69-82.

Greenaway W., Neustadt Mh., And Zeleny L., 1965. Communication To The Editor: A Test For Stink Bug Damage İn Wheat. Cereal Chemistry, 42(6), 577-579.

Güder,C., 2005. Dezenfeksiyon, Sterilizasyon, Antisepsi ve Dezenfektanların Kullanım Politikaları. Güncel Gastroenteroloji. 80-86.

Güney, F., 2016. Bazı Propolis Özütlerinin Meyveli Yoğurtların Biyokimyasal, Fizikokimyasal ve Raf Ömrü Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Ordu.

Güzelcan, M.S., El, S.N., 2011. Simidin Demir ve Çinko Mineralleriyle Zenginleştirilmesi ve İn Vitro Mineral Biyoyararlılığının Saptanması. Gıda Dergisi, 36(1), 41-48.

Han, S.K., Park, H.K. 1995. A Study on The Preservation of Meat Products By Natural Propolis: Effect of EEP on Protein Change of Meat Products. Korean Journal of Animal Science.

Harborne, J.B., Williams, C.A., 2000. Advances in Flavonoid Research Since 1992. Phytochemistry, 55(6), 481-504.

Harrison, B.N., Pla, G.W., Clark, G.A., Fritz, J.C, 1976. Selection of Iron Sources For Cereal Enrichment. Cereal Chemistry, 53(1), 78-84.

Hayıt, F., 2018. Çölyak Hastalarına Yönelik Kısmi Pişirilerek Dondurma Yöntemi İle Glutensiz Ekmek Üretimi ve Kalitesinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 227s, Isparta.

Höglund, E., Albinsson, B., Stuhr-Olsson, G., Signäs, M., Karlsson, C., Rothenberg, E., Wendin, K., 2017. Protein And Energy Enriched Muffins Designed For Nutritional Needs of Older Adults. Nutrition and Food Sceince, 2(4).

Isla, M. I., Zampini, I. C., Ordóñez, R. M., Cuello, S., Juárez, B. C., Sayago, J. E., Moreno, M.I.N., Alberto, M.R., Vera, N.R., Bedascarrasbure,E., Alvarez, A., Cioccini, F., Maldona, L.M., 2009. Effect of Seasonal Variations and Collection Form on Antioxidant Activity of Propolis From San Juan, Argentina. Journal of Medicinal Food, 12(6), 1334-1342.

Işık, F., Urgancı, Ü., Turan, F., 2017. Yaban Mersini İlaveli Muffin Keklerin Bazı Kimyasal, Fiziksel Ve Duyusal Özellikleri. Academic Food Journal/Akademik Gıda, 15(2).

İnce C., Çağındı, Ö., 2020. Beyaz ve Tam Buğday Unlu Ekmek Çeşitlerine Eklenen Beyaz Dut (Morus Alba) Yaprak ve Posasının Antioksidan ve Antidiyabetik Aktivite Üzerine Etkisi. Gıda Dergisi, 45(5), 977-988.

İpek T, Dizlek H. 2018. Farklı form ve Oranlarda Yerfıstığı Ürünleri Kullanılmasının Top Kek Kalitesine Etkisi. Gıda Dergisi, 43(4): 591-604.

İpek, T., 2017. Farklı Form ve Oranlarda Yerfıstığı Ürünleri Kullanılarak Ev ve Sanayi Tipi Kek Üretiminin Optimizasyonu, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73s, Osmaniye.

Jackson, L.S., Lee, K., 1991. Microencapsulation and The Food Industry. Lebensmittel Wissenschaft Technology, 24(4), 289-297.

Jansen-Alves, C., Fernandes, K.F., Crizel-Cardozo, M.M., Krumreich, F.D., Borges, C.D., Zambiazi, R.C., 2018. Microencapsulation Of Propolis İn Protein Matrix Using Spray Drying For Application in Food Systems. Food and Bioprocess Technology, 11(7), 1422-1436.

Jarpa-Parra, M., Wong, L., Wismer, W., Temelli, F., Han, J., Huang, W., Chen, L., 2017. Quality characteristics of Angel Food Cake and Muffin Using Lentil Protein as Egg/Milk Replacer. International Journal of Food Science and Technology, 52(7), 1604-1613.

Jia, Z., Dumont, M.J., Orsat, V., 2016. Encapsulation of Phenolic Compounds Presentin Plants Using Protein Matrices. Food Bioscience, 15, 87–104.

Jolly, V. G., 1978. Propolis Varnish For Violins. Bee World, 59(4), 158-161.

Kaleem, M.A., Alam, M.Z., Khan, M., Jaffery, S.H.I., Rashid, B., 2020. An Experimental Investigation on Accuracy of Hausner Ratio and Carr Index of Powders in Additive Manufacturing Processes, Metal Powder Report.

Kara, B, Acun, S, Gül, H ., 2020. Ekmeklik Buğdayda (Triticum Aestivum L.) Tane İriliğinin Unda Bazı Kalite Özelliklere Etkisi. Black Sea Journal of Agriculture, 3 (4), 246-252.

Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N., Soyer, Y. 2005. Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29(4), 297-303.

Karaoğlu, M. M., Bedir, Y., 2020. Kısmi Pişirme Yönteminin Kek Kalitesi Üzerine Etkisi. Akademik Gıda, 18(3), 256-263.

Karaoğlu, M., 2006. Cephalaria Syriaca Addition To Wheat Flour Dough And Effect On Rheological Properties. International Journal Of Food Science and Technology, 41, 37-46.

Karathanos, V.T. Mourtzinos, I. Yannakopoulou, K. And Andrikopoulos, N.K., 2007. Study of The Solubility, Antioxidant Activity and Structure of Inclusion Complex of Vanillin With B-Cyclodextrin. Food Chemistry, 101,652–658.

Kaufmann, B., Christen, P., 2002. Recent Extraction Techniques For Natural Products: Microwave-Assisted Extraction and Pressurised Solvent Extraction. Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques, 13:2, 105-113.

Kaur, R., Kaur, M., 2018. Microstructural, Physicochemical, Antioxidant, Textural and Quality Characteristics Of Wheat Muffins As Influenced By Partial Replacement With Ground Flaxseed. Food Science and Technology, 91, 278-285.

Kayan, B., 2009. Taxus Baccata L'nin Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Ekstraksiyonu ve Ekstraksiyon Verimlerinin Karşılaştırılması. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 165s, Mersin.

Keskin, M., 2018. Propolis ve Özütlerinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi ve Enkapsülasyonu. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 130 s,Trabzon.

Keskin, M., Keskin, Ş., Kolayli, S., 2019. Preparation of Alcohol Free Propolis-Alginate Microcapsules, Characterization and Release Property. Food Science and Technology, 108, 89-96.

Kılıç, A. 2008. Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10:13, 37-45.

Kieffer, R., Wieser, H., Henderson, M. H., Graveland, A. 1998. Correlations of the Breadmaking Performance Of Wheat Flour With Rheological Measurements On A Micro-scale. Journal of Cereal Science, 27(1), 53-60.

Kim, C. T., Lee, S. J., Hwang, J. K., Kim, C. J., Ahn, B. H., 1997. Effect of Propolis Addition on The Shelf-Life and Staling of White Bread. Korean Journal of Food Science and Technology, 29(5), 982-986.

Kim, H. S., Yoo, S. S., 2016. A Study On Quality Characteristics and Optimized Recipe Of Muffin With Added Acai Berry Powder. Journal of The Korean Society Of Food Culture, 31(3), 226-234.

Kiszonas, A.M., Engle, D.A., Pierantoni, L. A., Morris, C. F., 2018. Relationships Between Falling Number, A-Amylase Activity, Milling, Cookie, And Sponge Cake Quality Of Soft White Wheat. Cereal Chemistry, 95(3), 373-385.

Koç, A. N., Silici, S., Mutlu-Sarıgüzel, F., Sağdiç, O. 2007. Antifungal Activity of Propolis in Four Different Fruit Juices. Food Technology and Biotechnology, 45(1), 57-61.

Koç, B., Sakin-Yılmazer, M., Kaymak-Ertekin, F. Ve Balkır, P., 2014. Physical Properties Of Yoghurt Powder Produced By Spray Drying. Journal of Food Science And Technology, 51:7, 1377-1383.

Král, M., Pokorná, J., Tremlová, B., Ošťádalová, M., Trojan, V., Vyhnánek, T., Walczycka, M., 2018. Colored Wheat: Anthocyanin Content, Grain Firmness, Dough Properties, Bun Texture Profile. Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 66(3), 685-690.

Krell, R., 1996. Value-Added Products From Bee Keeping. Food and Agriculture Organization Publications, 24, 409s, Milan.

Kubiliene, L., Laugaliene, V., Pavilonis, A., Maruska, A., Majiene, D., Barcauskaite, K., Kubilis, R., Kasparaviciene, G., Savickas, A. 2015. Alternative Preparation

Of Propolis Extracts: Comparison Of Their Composition and Biological Activities. BMC Complementary and Alternative Medicine, 15(1), 156.

Kuck, L.S., Wesolowski, J.L., Noreña, C.P.Z., 2017. Effect Of Temperature and Relative Humidity On Stability Following Simulated Gastro-intestinal Digestion Of Microcapsules Of Bordo Grape Skin Phenolic Extract Produced With Different Carrier Agents. Food Chemistry, 230, 257–264.

Kuck, L.S., Norena, C.P.Z., 2016. Microencapsulation of Grape (Vitis Labrusca Var. Bordo) Skin Phenolic Extract Using Gum Arabic, Polydextrose and Partially Hydrolyzed Guar Gum As Encapsulating Agents. Food Chemistry, 194, 569-576.

Kumar, N., Mueen Ahmad K.K., Dang, R., Husain, A., 2008. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Propolis From Tamil Nadu Zone. Journal of Medicinal Plants Research, 2(12), 361-364.

Kumazawa, S., Hamasaka, T., Nakayama, T., 2004. Antioxidant Activity of Propolis Of Various Geographic Origins. Food Chemistry, 84(3), 329-339.

Kunrath, C.A., Savoldi, DC., Mileski, J.P.F., Novello, C.R., Alfaro, A.T., Marchi, J.F., Tonial, I.B., 2017. Application and Evaluation of Propolis, The Natural Antioxidant in Italian Type Salami. Brazilan Journal Food Technology,20.

Lee, J.W., Kim, G.J., Rho, K.A., Chung, K.H., Yoon, J. A., An, J.H., 2015. Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Muffins Containing Lemongrass Powder. The Korean Journal of Food And Nutrition, 28(5), 794-801.

Lee, S., 2018. Utilization Of Foam Structured Hydroxypropyl Methylcellulose For Oleogels and Their Application As A Solid Fat Replacer in Muffins. Food Hydrocolloids, 77, 796-802.

Lee, E. J., Moon, Y., Kweon, M., 2020. Processing Suitability of Healthful Carbohydrates for Potential Sucrose Replacement to Produce Muffins with Staling Retardation.Food Science anf Technology, 131.

Legako, J., Dunford, N.T., 2010. Effect of Spray Nozzle Design On Fish Oil–Whey Protein Microcapsule Properties. Journal of Food Science, 75(6), 394-400.

Levent, H., Bilgiçli, N., 2011. Enrichment Of Gluten-Free Cakes With Lupin (Lupinus Albus L.) Or Buckwheat (Fagopyrum Esculentum M.) Flours. International Journal Of Food Sciences and Nutrition, 62(7), 725-728.

Li, J., Ye, T., Wu, X., Chen, J., Wang, S., Lin, L. ve Li, B. 2014. Preparation and Characterization of Heterogeneous Deacetylated Konjac Glucomannan. Food Hydrocolloids, 40, 9-15.

Li, Q., Lee, S.J., & Chung, H.J., 2017. Quality Characteristics of Muffins Made With Legume And Wheat Flour Blends. Korean Journal of Food Science and Technology, 49(6), 638-643.

Lin, M., Tay, S. H., Yang, H., Yang, B., Li, H., 2017. Replacement of Eggs With Soybean Protein Isolates and Polysaccharides To Prepare Yellow Cakes Suitable For Vegetarians. Food Chemistry, 229, 663-673.

Loureiro, E. M., Galbiati, C. 2013. Evaluation of The Influence of Seasonality and Landscape on The Physicochemical Characteristics of Propolis. Food Science and Technology, 33(4), 790-795.

Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., Desobry, S., 2006. Flavour Encapsulation and Controlled Release–A Review. International Journal of Food Science and Technology, 41(1), 1-21.

Mani, F., Damasceno, H.C.R., Novelli, E.L.B., Martins, E.A.M., Sforcin, J.M. 2006. Propolis: Effect Of Different Concentrations, Extracts and Intake Period on Seric Biochemical Variables. Journal of Ethnopharmacology, 105(1-2), 95-98.

Marchetti, L., Andrés, S. C., Cerruti, P., Califano, A. N., 2020. Effect of bacterial Nanocellulose Addition on The Rheological Properties of Gluten-Free Muffin Batters. Food Hydrocolloids, 98, 105315.

Masoodi, F. A., Sharma, B., Chauhan, G. S., 2002. Use Of Apple Pomace As A Source of Dietary Fiber in Cakes. Plant Foods For Human Nutrition, 57(2), 121-128.

Mcnamee, B. F., O'Riorda, E. D., O'Sullivan, M., 1998. Emulsification and Microencapsulation Properties Of Gum Arabic. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(11), 4551-4555.

Mehmetoğlu, S., Tarakçı, Z., Demirkol, M., Çakıcı, N., Güney, F., 2017. Gıda Katkı Maddesi Olarak Propolis. Arıcılık Araştırma Dergisi, 9(1), 32-39.

Mehta, D., Prasad, P., Sangwan, R.S., Yadav, S.K., 2018. Tomato Processing Byproduct Valorization in Bread And Muffin: Improvement in Physicochemical Properties and Shelf Life Stability. Journal of Food Science and Technology, *55*(7), 2560-2568.

Mellette, T., Yerxa, K., Therrien, M., Camire, M.E., 2018. Whole Grain Muffin Acceptance By Young Adults. Foods, 7(6), 91.

Mello, B. C., Petrus, J.C.C., Hubinger, M.D., 2010. Concentration of Flavonoids and Phenolic Compounds in Aqueous and Ethanolic Propolis Extracts Through Nanofiltration. Journal of Food Engineering, 96(4), 533-539.

Menderis, M., Atlı, A., Köten, M., Kılıç, H., 2008. 'Gluten İndeks Değeri ve Yaş Gluten/Protein Oranı ile Ekmeklik Buğday Kalite Değerlendirmesi. Haran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(3), 57-64.

Meral, R., Doğan, İ.S., 2012. Karadut (Morus nigra) Katkılı Ekmeğin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Kompozisyonu. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(4), 43-48.

Mercan, N., Boyacıoğlu, M.H., 1999. Kek Üretim Teknolojisi: Kekin Tanımı, Sınıflandırılması ve Üretimi. Dünya Gıda Dergisi, 45, 36-39.

Mestry, A.P., Mujumdar, A.S., Thorat, B.N., 2011. Optimization of Spray Drying of An Innovative Functional Food: Fermented Mixed Juice of Carrot and Watermelon, Drying Technology, 29, 1121-1131.

Miralles, B., Martínez-Rodríguez, A., Santiago, A., Van De Lagemaat, J., Heras, A., 2007. The Occurrence of A Maillard-Type Proteinpolysaccharide Reaction Between Blactoglobulin and Chitosan. Food Chemistry, 100: 1071- 1075.

Moura, S.A.L.D., Ferreira, M.A.N.D., Andrade, S.P., Reis, M.L.C., Noviello, M.D.L., Cara, D.C. 2009. Brazilian Green Propolis Inhibits Inflammatory Angiogenesis in A Murine Sponge Model. Evidence Based Complementary and Alternativemedicine, 2011, 33.

Munin, A., Edwards-Lévy, F., 2011. Encapsulation of Natural Polyphenolic Compounds; A Review. Pharmaceutics, 3(4), 793-829.

Mut, Z., Erbaş Köse, Ö. D., Akay, H., 2017. Bazı Ekmeklik Buğday (Triticum Aestivum L.) Çeşitlerinin Tane Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32(1), 85-95.

Mutlu, C., Erbaş, M. 2018. Vakum Kurutma Yöntemi Kullanılarak Üretilen Sade ve Meyveli Bal Tozlarının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. The Journal of Food, 43(3), 432-445.

Najafi, Z., Movahhed, S., Ahmadi Chenarbon, H., 2017. Effect of Citrus Fiber Replacement To Oil And Egg on Some Physicochemical and Organoleptic Properties of Muffin. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 13(4), 458-468.

Nedovic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., Bugarski, B., 2011. An Overview of Encapsulation Technologies For Food Applications. Procedia Food Science, 1, 1806-1815.

Nunes, L. C., Galindo, A.B., Lustosa, S.R., Brasileiro, M.T., Do Egito, A.A., Freitas, R.M., Randau, K.P., Rolim Neto, P.J. 2013. Influence of Seasonal Variation On Antioxidant And Total Phenol Activity Of Red Propolis Extracts. Advance Studies Biology, 5, 119-133.

Nurhadi, B., Roos, Y. H. 2017. Influence of Anti-Caking Agent on The Water Sorption Isotherm and Flow-Ability Properties of Vacuum Dried Honey Powder. Journal of Food Engineering, 210, 76-82.

Nyandwi, R. 2017. Farklı Ülkelerden Sağlanan Ham Propolislerin Biyolojik Aktiviteye Sahip Fenolik Bileşik İçeriklerinin Karşılaştırılması, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 109s, Bursa.

Onacik-Gür, S., Żbikowska, A., Kapler, E., Kowalska, H., 2016. Effect Of Barley?-Glucan Addition As A Fat Replacer on Muffin Quality. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 15(3), 247-256.

Özan, F., 2006. Propolis' in Kırık İyileşmesi Üzerine Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 82s, Sivas.

Özdere, M., 2019. Farklı Yörelerden Toplanan Propolis Örneklerinin Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstirüsü, Yüksek Lisans Tezi, 44s, Kayseri.

Özgören, E., Kaplan, H.B., Tüfekçi, S., 2018. Chia Tohumu Kullanılarak Zenginleştirilen Galetaların Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri. Food and Health, 4(2), 140-146.

Özkök, A., 2009. Muğla Bölgesinde Üretilen Çam Balı ve Mikroskobik, Organoleptik ve Kimyasal Analizi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 184s, Ankara

Öztürk, H., Pekcan, M., Sireli, M., Fidanci, U. R. 2010. Effects of Propolis on in Vitro Rumen Microbial Fermentation. Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi 57, 217-221.

Palamutoğlu, R., Kasnak, C., Moral, B. Şeker İkamesi Olarak Stevya Estraktı Kullanımının Keklerin Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 98-108.

Patel, S., 2016. Emerging Adjuvant Therapy For Cancer: Propolis and Its Constituents. Journal of Dietary Supplements, 13(3), 245-268.

Peanparkdee, M., Iwamoto, S., Yamauchi, R. 2016. Microencapsulation: A Review of Applications in The Food and Pharmaceutical Industries. Reviews in Agricultural Science, 4, 56-65.

Popova, M., Giannopoulou, E., Skalicka-Wo´zniak, K., Graikou, K., Widelski, J., Bankova, V., Kalofonos, H., Sivolapenko, G., Gawe-Beben, K, Antosiewicz, B., Chinou, I., 2017. Characterization and Biological Evaluation of Propolis From Poland. Molecules, 22, 1159.

Poshadri, A., Parna, K. 2010. Microencapsulation Technology: A Review. Journal of Research Angrau, 38(1), 86-102.

Pudziuvelyte, L., Marksa, M., Sosnowska, K., Winnicka, K., Morkuniene, R., Bernatoniene, J., 2020. Freeze-Drying Technique For Microencapsulation of Elsholtzia Ciliata Ethanolic Extract Using Different Coating Materials. Molecules, 25(9), 2237.

Pujirahayu, N., Ritonga, H., Uslinawaty, Z., 2014. Properties And Flavonoids Content in Propolis of Some Extraction Method of Raw Propolis. International Journal Pharmacy and Pharmacetucal Science, 6(6), 338-40.

Purlis, E., Salvadori, V.O., 2009. Modelling The Browning of Bread During Baking. Food Reserch International, 42: 865-870.

Ramanauskienė, K., Inkėnienė, A.M., 2011. Propolis Oil Extract: Quality Analysis and Evaluation of Its Antimicrobial Activity. Natural Product Research, 25(15), 1463-1468.

Ré, M. 1998. Microencapsulation By Spray Drying. Drying Technology, 16(6), 1195-1236.

Robert, P., Gorena, T., Romero, N., Sepulveda, E., Chavez, J. Saenz, C., 2010. Encapsulation of polyphenols And Anthocyanins From Pomegranate (Punica Granatum) By Spray Drying. International Journal of Food Science and Technology, 45:7, 1386-1394.

Ronda, F., Oliete, B., Gómez, M., Caballero, P. A., Pando, V., 2011. Rheological Study Of Layer Cake Batters Made With Soybean Protein Isolate and Different Starch Sources. Journal of Food Engineering, 102(3), 272-277.

Ronda, F., Roos, Y.H., 2008. Gelatinization and Freeze-Concentration Effects on Recrystallization in Corn and Potato Starch Gels. Carbohydrate Research 343, 901–911.

Saénz, C., Tapia, S., Chávez, J., Robert, P. 2009. Microencapsulation By Spray Drying Of Bioactive Compounds From Cactus Pear (Opuntia Ficus-Indica). Food Chemistry, 114(2), 616-622.

Sağdıç, O., Silici, S., Yetim, H. 2007. Fate Ofescherichia Coli Ande. Coli O157: H7 in Apple Juice Treated With Propolis Extract. Annals Of Microbiology, 57(3), 345-348.

Samborska, K., Sokołowska, P., Szulc, K. 2017. Diafiltration and Agglomeration As Methods To İmprove The Properties Of Honey Powder Obtained By Spray Drying. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 39, 33-41.

Samborska, K., Wiktor, A., Jedlińska, A., Matwijczuk, A., Jamróz, W., Skwarczyńska-Maj, K., Witrowa-Rajchert, D. 2019. Development and Characterization of Physical Properties of Honey-Rich Powder. Food and Bioproducts Processing, 115, 78-86.

Santos, V.R., Gomes, R.T., Mesquita, R.A.D., Moura, M.D.D., França, E.C., Aguiar, EGD., Naves, M.D., Abreu, J.A.S., Abreu, S. R. 2008. Efficacy of Brazilian Propolis Gel For The Management Of Denture Stomatitis: A Pilot Study. Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, 22(11), 1544-1547.

Saral, Ö., Kilicarslan, M., Şahin, H., Yildiz, O., Dincer, B., 2019. Evaluation of Antioxidant Activity of Bee Products Of Different Bee Races in Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 43(4), 441-447.

Sarıkaya, A.O., 2009. Kestane bal ve Propolisinin Fenolik Asit Kompozisyonu ve Antioksidan Özelliginin Belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 54s, Trabzon.

Savlak, N.Y., Köse, E., 2013. Bazı Özel Amaçlı Unların Kalite Özellikleri. Akademik Gıda, 11(2), 125-130.

Seçen, S. M., 2018. Investıgatıng The Possibilities For Use Of Grape Seed Powder in The Productıon Of Calorıe Reduced Cocoa Muffıns. Food And Health, 4(2), 89-97.

Serin, S., Sayar, S., 2017. The Effect of The Replacement Of Fat With Carbohydrate-Based Fat Replacers on The Dough Properties and Quality of The Baked Pogaca: A Traditional High-Fat Bakery Product. Food Science and Technology, 37(1), 25-32.

Seven, P.T., Seven, İ. 2008. Effect of Dietary Turkish Propolis As Alternative To Antibiotic on Performance And Digestibility in Broilers Exposed To Heat Stress. Journal of Applied Animal Research, 34(2), 193-196.

Severini, C., Caporizzi, R., Fiore, A. G., Ricci, I., Onur, O. M., Derossi, A., 2020. Reuse of Spent Espresso Coffee as Sustainable Source of Fibre and Antioxidants. A Map on Functional, Microstructure and Sensory Effects of Novel Enriched Muffins. Food Science and Technology, 119, 108877.

Shafian, R. (Ed.), 2007. Handbook of Food Preservation (Pp. 731-758). CRC Press. 1088s, Florida.

Shih, Y. T., Wang, W., Hasenbeck, A., Stone, D., Zhao, Y., 2020. Investigation of Physicochemical, Nutritional, and Sensory Qualities of Muffins Incorporated With Dried Brewer's Spent Grain Flours As A Source of Dietary Fiber and Protein. Journal of Food Science, 85(11), 3943-3953.

Silici, S. 2010. Turkish Propolis: Chemical Constituents. Mellifera, 10(19), 24-33.

Silici, S., Kaftanoglu, O. 2003. Antimicrobial Analysis of Propolis Samples From Different Regions of Turkey. Uludag Bee J, 3(3), 16-18.

Silva, P.I., Stringheta, P.C., Teófilo, R F. And De Oliveira, I.R.N., 2013. Parameter Optimization For Spray-Drying Microencapsulation of Jaboticaba (Myrciaria Jaboticaba) Peel Extracts Using Simultaneous Analysis Of Responses. Journal of Food Engineering, 117: 4, 538-544.

Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N., 2016. Development of Eggless Gluten-Free Rice Muffins Utilizing Black Carrot Dietary Fibre Concentrate and Xanthan Gum. Journal of Food Science and Technology, 53(2), 1269-1278.

Singh, M., Byars, J. A., Liu, S. X., 2015. Navy Bean Flour Particle Size and Protein Content Affect Cake Baking and Batter Quality 1. Journal of Food Science, 80(6), 1229-1234.

Singleton, V.L., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144-158.

Soós, Á., Bódi, É., Várallyay, S., Molnár, S., Kovács, B., 2019. Mineral Content of Propolis Tinctures in Relation To The Extraction Time and The Ethanol Content of The Extraction Solvent. Food Science and Technology, 111, 719-726.

Song, H. N. 2006. Preparation of Water Soluble Powder of Propolis and The Quality Changes of Its Bread During Storage. Korean Journal of Food and Cookery Science, 22(6), 905-913.

Sorucu, A.,2015 Marmara Bölgesindeki Propolislerde Biyolojik Etkisi Olan Fenolik Madde ve Miktarlarının Mevsim ve Rakım Farkına Bağlı Olarak Belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 118s, Bursa.

Srinivasan, M., Sudheer, A.R., Pillai, K.R., Kumar, P.R., Sudhakaran, P.R., Menon, V.P. 2006. Influence of Ferulic Acid on Γ-Radiation Induced DNA Damage, Lipid Peroxidation and Antioxidant Status in Primary Culture of Isolated Rat Hepatocytes. Toxicology, 228(2-3), 249-258.

Stauffer, C. E., Ambigaipalan, P., Shahidi, F. 2005. Emulsifiers For The Food Industry. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 1-36.

Stepanović, S., Antić, N., Dakić, I., Švabić-Vlahović, M. 2003. In Vitro Antimicrobial Activity of Propolis and Synergism Between Propolis and Antimicrobial Drugs. Microbiological Research, 158(4), 353-357.

Struck, S., Gundel, L., Zahn, S., Rohm, H., 2016. Fiber Enriched Reduced Sugar Muffins Made From Iso-Viscous Batters. Food Science And Technology, 65, 32-38.

Sturm, L., Črnivec, I. G. O., Istenič, K., Ota, A., Megušar, P., Slukan, A., Humar, M., Levic, S., Nedovic, V., Kopinc, R., Dezelak, M., Pereyra, A., Gonzales, A. P., 2019. Encapsulation Of Non-Dewaxed Propolis By Freeze-Drying And Spray-Drying Using Gum Arabic, Maltodextrin and Inulin As Coating Materials. Food and Bioproducts Processing, 116, 196-211.

Şahin, N.S., 2019., Farklı Çözücülerde Hazırlanan Propolis Özütleri ile Propolis Ticari Ürünlerinin Biyoaktivitesinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstirüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s, Kayseri.

Şeker, İ. T., Gökbulut, İ., Öztürk, S., Özbaş, Ö.Ö., 2006. Kayısı Lifinin Kek Üretiminde Kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu, 729-732.

Takaisi-Kikuni, N. B., Schilcher, H., 1994. Electron Microscopic and Microcalorimetric İnvestigations Of The Possible Mechanism of The Antibacterial Action of A Defined Propolis Provenance. Planta Medica, 60(03), 222-227.

Talla, E., Tamfu, A. N., Biyanzi, P., Sakava, P., Asobo, F. P., Mbafor, J. T., Tchuenguem, N. F. F., Ndjouenkeu, R., 2014. Phytochemical Screening, Antioxidant Activity, Total Polyphenols And Flavonoids Content of Different Extracts Of Propolis From Tekel (Ngaoundal, Adamawa Region, Cameroon). The Journal of Phytopharmacology, 3(5), 321-329.

Tan, C., Zhang, Y., Abbas, S., Feng, B., Zhang, X. Ve Xia, S., 2014. Modulation of The Carotenoid Bioaccessibility Through Liposomal Encapsulation. Colloids And Surfaces B: Biointerfaces, 123, 692-700.

Tatar, F. 2017. Ultrasonik Nozulun Maviyemiş(Vaccinium corymbosum L.) Tozu ve Mikrokapsülü Üretiminde Kullanımı, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 105s, Samsun.

Tatar, F., Tunç, M. T., Dervisoglu, M., Cekmecelioglu, D., Kahyaoglu, T., 2014. Evaluation of Hemicellulose As A Coating Material With Gum Arabic For Food Microencapsulation. Food Research International, 57:168-175.

Terzi, E., Bilgintürk, M., Gündoğan, R., Karaça, A.C., 2020. Fasulye Proteini İzolatının Çeşitli Gıda Ürünlerinin Kalite Özelliklerine Etkisi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (20), 152-161.

TGK 28606, 2013. Buğday Unu Tebliği. Gıda ve Tarım Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

TGK 31107, 2020. Bal Tebliği, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara

Thakur, N. S., Thakur, A., 2020. Microencapsulation of Wild Pomegranate Flavedo Phenolics By Lyophilization: Effect Of Maltodextrin Concentration, Structural Morphology, Functional Properties, Elemental Composition and Ingredient For Development of Functional Beverage. Food Science and Technology, 133, 110077.

Tomczyk, M., Zaguła, G., Dżugan, M., 2020. A Simple Method Of Enrichment Of Honey Powder With Phytochemicals And Its Potential Application in Isotonic Drink Industry. Food Scince and Technology, 109-204.

Tong, Q., Zhang, X., Wu, F., Tong, J., Zhang, P., Zhang, J., 2010. Effect of Honey Powder on Dough Rheology and Bread Quality. Food Research International, 43(9), 2284-2288.

Tonon, R.V., Brabet, C. And Hubinger, M.D., 2008. Influence of Process Conditions On The Physicochemical Properties of Açai (Euterpe Oleraceae Mart.) Powder Produced By Spray Drying. Journal of Food Engineering, 88:3, 411-418.

Tontul, S.A., 2017. Probiyotik Mikroorganizmaların Püskürterek Dondurma ve Kurutma Teknikleriyle Mikroenkapsüle Edilerek Probiyotik Kek Üretiminde Kullanım İmkanlarının Araştırılması, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 153s, Antalya.

Trehan, S., Singh, N., Kaur, A. 2018. Characteristics of White, Yellow, Purple Corn Accessions: Phenolic Profile, Textural, Rheological Properties and Muffin Making Potential. Journal of Food Science And Technology, 55(6), 2334-2343.

TS 2812, 1991. Bitkisel Margarin. TSE, Ankara.

TS 9053,2002. Kabartma Tozu-Hamur İçin., TSE, Ankara.

TS 933, 2003. Yemeklik Tuz. TSE, Ankara.

TSE 1329, 2005. Süt Tozu. TSE, Ankara.

TSE 13375, 2008. Hazır Kekler, Sade, Çeşnili ve Dolgulu. TSE, Ankara.

TSE 861, 2007. Beyaz Şeker. TSE, Ankara.

TSE K 63, 2009. Pastörize Sıvı Tavuk Yumurtası. TSE, Ankara.

Tuna H. E., 2015. Gıda Atığı Olan Vişne, Nar, Kabak ve Kayısı Çekirdeklerinin Kek Üretiminde Değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 98 s, İstanbul.

Turabi, E., Sumnu, G., Sahin, S., 2008. Rheological Properties And Quality Of Rice Cakes Formulated With Different Gums and An Emulsifier Blend. Food Hydrocolloids, 22(2), 305-312.

Turan, I., Demir, S., Mısır, S., Kılınç, K., Mentese, A., Aliyazicioglu, Y., Deger, O., 2015. Cytotoxic Effect of Turkish Propolis On Liver, Colon, Breast, Cervix And Prostate Cancer Cell Lines. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 14(5), 777-782.

Turchiuli, C., Fuchs, M., Bohin, M., Cuvelier, M.E., Ordonnaud, C., Peyrat-Maillard, M. N., Dumoulin, E., 2005. Oil Encapsulation By Spray Drying And Fluidised Bed Agglomeration. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 6(1), 29-35.

Ulucan F. 2014. Potansiyel Bir İlaç Etkin Maddesi Olarak Propolis İçeren Niozomların Hazırlanması ve Karakterizasyonu. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 141s, İzmir.

Uluöz, M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metodları, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, İzmir.

Ulutürk Ş. 2018. İncir Çekirdeği Unu Kullanılarak Glutenli ve Glutensiz Bisküvi Üretimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113s, Isparta.

Usman, Z.U., Bakar, A.B.A., Mohamed, M. 2016. Phytochemical Screening and Comparison of Antioxidant Activity of Water and Ethanol Extract Propolis From Malaysia. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 8(5), 413-415.

Ünal, S., 2002. Importance Of Wheat Quality and Methads in Wheat Quality Determination. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 3-4 Ekim, Gaziantep, 25-37.

Valencia, D., Alday, E., Robles-Zepeda, R., Garibay-Escobar, A., Galvez-Ruiz, J. C., Salas-Reyes, M., Velazquez, C., 2012. Seasonal Effect on Chemical Composition And Biological Activities of Sonoran Propolis. Food Chemistry, 131(2), 645-651.

Van Den Broeck, H.C., Gilissen, L.J., Smulders, M.J., Van Der Meer, I.M., Hamer, R.J., 2011. Dough Quality Of Bread Wheat Lacking A-Gliadins With Celiac Disease Epitopes And Addition of Celiac-Safe Avenins To Improve Dough Quality. Journal of Cereal Science, 53(2), 206-216.

Velazquez, C., Navarro, M., Acosta, A., Angulo, A., Dominguez, Z., Robles, R., Roblez-Zepada, R., Lugo, E., Goycoolea, F.M., Velazquez, E.F., Astiazaran, H., Hernandez, J., 2007. Antibacterial And Free-Radical Scavenging Activities Of Sonoran Propolis. Journal of Applied Microbiology, 103(5), 1747-1756.

Velikova, M., Bankova, V., Sorkun, K., Houcine, S., Tsvetkova, I., Kujumgiev, A., 2000. Propolis From The Mediterranean Region: Chemical Composition and Antimicrobial Activity. Zeitschrift für Naturforschung C, 55(9-10), 790-793.

Vukovic, NL., Obradovic, AD., Vukic, MD., Jovanovic, D., 2018. Cytotoxic Proapoptic And Antioxidative Potential Of Flavonoids İsolated From Propolis Aganist Colon (HTC-116) and Breast (MDA-MB-231) Cancer Cell Lines. Food Research International. 106, 71-80.

Waghmare, A. G., Arya, S. S., 2014. Use Of Fruit By-Products in The Preparation of Hypoglycemic Thepla: I Ndian Unleavened Vegetable Flat Bread. Journal of Food Processing and Preservation, 38(3), 1198-1206.

Wandrey, C., Bartkowiak, A., Harding, S.E. 2010. Materials For Encapsulation. in Encapsulation Technologies For Active Food Ingredients and Food Processing. Springer, 966s, New York.

Wang L, Weller C.L., 2006. Recent Advances in Extraction of Nutraceuticals From Plants. Trends in Food Science and Technology, 17: 300-312.

Wendin, K., Höglund, E., Andersson, M., Rothenberg, E., 2017. Protein Enriched Foods And Healthy Ageing: Effects Of Protein Fortification on Muffin Characteristics. Agro Food Industry Hi-Tech, 28(5), 16-18.

Wu, X. B., Kim, E., Kim, H., 2020. Antioxidant And Sensory Quality Characteristic Of Muffin With Fermented Turmeric Powder. Journal of The Korean Society of Food Culture, 35(1), 117-125.

Yağcıoğlu, P., 2015. Farklı Ekstraksiyon Metotları ile Adaçayı (Salvia Officinalis L.) Bitkisinden Antioksidan Ekstraksiyonunun Optimizasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 121s., İstanbul.

Yang, W., Wu, Z., Huang, Z.Y., Miao, X. 2017. Preservation of Orange Juice Using Propolis. Journal Of Food Science and Technology, 54(11), 3375-3383.

Yavuz, C., 2011. Türkiye'nin Bazı İllerinden Toplanan Propolislerin Antimikrobiyal, Antioksidan Aktiviteleri ve Biyoaktif Bileşenlerinin Tayini, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 63s, Ordu.

Yeo, Y., Park, K. 2004. Control Of Encapsulation Efficiency And Initial Burst in Polymeric Microparticle Systems. Archives of Pharmacal Research, 27(1), 1-12.

Yıldırım, A., Duran, M., Koç, M., 2018. Su Aktivitesinin ve Farklı Kurutma Sistemlerinin Biyoaktif Bileşenlerin Stabiliteleri Üzerine Etkisi. Gıda, 43(3), 512-522.

Yıldız, O., Sahin, H., Kara, M., Aliyazicioğlu, R., Tarhan, Ö., Kolayli, S., 2010. Maillard Reaksiyonları ve Reaksiyon Ürünlerinin Gıdalardaki Önemi. Akademik Gıda, 8: 44-51.

Yinbin, L., Wu, L., Weng, M., Tang, B., Lai, P., Chen, J., 2018. Effect of Different Encapsulating Agent Combinations On Physicochemical Properties and Stability of Microcapsules Loaded With Phenolics of Plum (Prunus Salicina Lindl.). Powder Technology, 340, 459-464.

Zabaiou, N., Fouache, A., Trousson, A., Baron, S., Zellagui, A., Lahouel, M., Lobaccaro, J.M.A. 2017. Biological Propoerties Of Propolis Extrats: Something New From An Ancient Product. Chemistry And Physics of Lipids, 207, 214-222.

Zahn, S., Pepke, F., Rohm, H., 2010. Effect of Inulin As A Fat Replacer On Texture And Sensory Properties Of Muffins. International Journal of Food Science And Technology, 45, 2531–2537.

Zhang, H., Fu, Y., Niu, F., Li, Z., Ba, C., Jin, B., Li, X., 2018. Enhanced Antioxidant Activity And in Vitro Release Of Propolis By Acid-induced Aggregation Using Heat-Denatured Zein And Carboxymethyl Chitosan. Food Hydrocolloids, 81, 104-112.

Zuidam, N.J., Nedovic, V. (Ed.). 2010. Encapsulation Technologies For Active Food Ingredients and Food Processing, Springerling, Newyork.

Mesleki Deneyim:

Suluova Meslek Yüksek Okulu, Öğretim Görevlisi	07.2012-…..
Gelendost Meslek Yüksek Okulu, Öğretim Görevlisi	09.2009-06.2012
Şarkikaraağaç Meslek Yüksek Okulu, Öğretim Görevlisi	06.2011-08.2011
Cankıymaz Alışveriş Merkezi,Sorumlu Yönetici	01.2009-01.2011
Dizayn Yemek Şirketi, Sorumlu Yönetici	10.2008-01.2009
Balkan Süt ve Süt Ürünleri, Kimya Laboratuvar Sorumlusu	07.2008-09.2008

YAYINLAR

Gül, H., Hayıt F., Bıçakcı S., Acun S., 2018. Effect of Heat Stabilized Wheat Germ on Some Properties of Cookies. Fresenius Environmental Bulletin, 27, (2), 1145-1151.

Gül, H., Gül, M., Türk-Aslan, S., Acun, S., Nayır, N., Şen., H., 2017. Consumer Acceptability of Bread Produced From By-Products of Wine Industry. Fresenius Environmental Bulletin, 26(11), 6924-6931.

Acun, S., Gül, H., 2014. Effects of Grape Pomace and Grape Seed Flours on Cookie Quality. Quality Assurance and Safety of Crops and Foods. 6 (1), 81-88.

Gül, H., Yanık, A., Acun, S., 2013. Effects of White Cabbage Powder on Cookie Quality. Journal of Food, Agriculture and Environment, 11 (1): 68 – 72.

Gül, H., Acun, S., Şen, H., Nayır N., Türk, S., 2013. Antioxidant Activity, Total Phenolics and Some Chemical Properties of Öküzgözü and Narince Grape Pomace and Grape Seed Flours Journal of Food, Agriculture and Environment, 11 (2): 28-34.

Gül, H, Kara, B, Acun, S, Öztürk, A, Türk Aslan, S., 2020. Türkiye'nin Göller Bölgesi'nde Yetiştirilen Farklı Buğday Çeşitlerinin Bazı Kalite Özellikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7 (3), 586-595.

Kara B., Acun S., Gül H., 2020. Ekmeklik Buğdayda (Triticum Aestivum L.) Tohum İriliğinin Unda Bazı Kalite Özelliklere Etkisi. Black Sea Journal of Agriculture 3(4): 246-252.

Acun, S, Gül, H., 2020. Fonksiyonel Bir Ürün Olan Propolisin Sağlık Üzerine Etkisi. Uludağ Arıcılık Dergisi, 20 (2), 189-208.

Gül, H., Gül, M., Şirikçi, B.S., Acun, S., Hayıt, F., 2015. Isparta İlindeki Geleneksel ve Serbest Tip Ekmek Üreten Fırınların Teknik ve Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi, Sdü Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2), 11-21.

Gül, H., Gül, M., Acun, S., Türk Aslan, S., Öztürk, A., Kara, B., Akman, Z., 2015. Tarım İşletmelerinde Buğday Tohumu Kullanımı ve Sorunları: Burdur ve Isparta İlleri Örneği. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(9): 732-741.

Gül, H., Acun, S., Türk, S., Öztürk, A., Kara, B., 2012. Göller Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Fiziksel Özellikleri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 29 (2):21-32

Acun S., Gül H., Kara B., 2019. Effects Of Farm And Green (Buckwheat, Vetch) Manure Treatments on Bread Wheat Flour and Dough Quality", 3. International Conference On Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences (Icafop- Trabzon 2019), 16-19 Nisan, Trabzon, Türkiye, 1661-1666.

Gül H., Cin B., Hayıt F., Acun S., 2018. Quality of Gluten Free Cookies Supplemented with Red Beet Flour. Proceeding Book (Editors: Bağdatlı, M.C., Kalıpcı E., Şahinkaya S.) of International Conference on Agriculture, Forest, Food, Veterinary Sciences and Technologies (ICAFOF-2018), April 2- 5, Çeşme-İzmir/ Turkey, 35.

Gül H., Acun S., 2012. Uyuyan Güzel Burdur'un "Hamursuz"u. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs, Konya, 856-857.

Gül, H., Acun,S., Hayıt, F., 2014. Geleneksel Mısır Ekmeğinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi ve Beyaz Ekmek ile Karşılaştırılması. IV. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Nisan 2014, Adana, Türkiye, 694-697

Gül H., Acun S., Köyden H., 2013. Höşmerim. İç Anadolu Bölgesi, 1. Tarım ve Gıda Kongresi, 2-4 Ekim 2013, Niğde. Cilt II, Sayfa:322

Gül, H., Hayıt F., Acun S., 2015. Isparta Ev Ekmeğinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan, 2015, Nevşehir, 176

Gül M., Gül H., Aslan S.T., Acun S., Öztürk A., Kara B., Akman Z., 2015. Tarım İşletmelerinde Buğday Çeşitlerinin Kullanım Düzeyi, Etkileyen Faktörler ve Sorunları: Burdur ve Isparta İlleri Örneği. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan, 2015, Nevşehir, 601

Gül H., Gül M., Aslan S.T., Acun S., Nayır N., Şen H., 2016. Consumer Acceptability of Breads Fortified With The Grape Pomace And Grape Seed Flours. 15th International Cereal and Bread Congress, April 18-21, 2016, İstanbul, Turkey. 174

Gül H., Gül M., Aslan S.T., Acun S., Nayır N., Şen H., 2016. Consumer Acceptability Of Breads Fortified With The Grape Pomace and Grape Seed Flours. 15th International Cereal and Bread Congress, April 18-21, 2016, İstanbul, Turkey. 174.

Acun S., H. Gül, 2014. The Antioxidant Properties of Oat_Based Breakfast Cereals. 2nd International Congress on Food Technology, 5-7 Kasım, 2014, İzmir, Türkiye, 111

Acun, S., Karakaş F.H., Gül H., 2014. The Microbial Quality of Our Traditional Taste "Phyllo". 2nd International Congress on Food Technology, 5-7 Kasım, 2014, Kuşadası, İzmir, Türkiye, 210pp

Acun, S., Gül, H., 2013. Hasuda. 2 Nd. International Symposium on "Traditional Foods From Adriatic To Caucasus" Konferansı, Ekim 2013, Struga (Ohrid Lake), Makedonia,. 637

Acun, S., Döngelli, S, Gül, H., 2013. Malay. 2 Nd. International Symposium on "Traditional Foods From Adriatic To Caucasus" Konferansı, Ekim 2013, Struga (Ohrid Lake), Makedonia, 267

Acun, S., Gül, H., Coşkun, G., 2013. A Traditional Taste: Cherkes Bastısı .2 Nd. International Symposium on "Traditional Foods From Adriatic To Caucasus" Konferansı, Ekim 2013, Struga (Ohrid Lake), Makedonia, 545

Acun, S., Gül, H.,2013. Combining Different Cultures Taste: Sembusek. 2 Nd. International Symposium On "Traditional Foods From Adriatic To Caucasus" Konferansı, Ekim 2013, Struga (Ohrid Lake), Makedonia, 268

Acun, S., Gül, H., 2012. Günümüze Değişmeden Gelen Bir Lezzet: “Peksimet”. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs, 2012, Konya, 687-689.

Gül H., Yanık A., Acun S. 2011. Effects Of White Cabbage Powder on Cookie Quality,International Food Congress, Novel Approaches in Food Industry,Nafi 2011, 26-29 May, 2011, İzmir, 174.

Acun, S., Gül, H., 2011. Some Functional Properties of Grape Seed and Its Effect on The Quality of Cookies,International Food Congress, Novel Approaches in Food Industry, Nafi 2011, 26-29 May, 2011, İzmir.

Gül, H., Kılıç, G.B., Acun, S. 2010. Göller Bölgesine Özgü Bazı Geleneksel Unlu Mamuller. 1. International Symposium on "Traditional Foods From Adriatic To Caucasus" Symposium, April, 15-17, Tekirdağ, Turkey, 496-498.

Acun S., Gül H., Dizlek H., 2010. Geçmişten Günümüze"Bollos' Tan Boyoz'a", 1. International Symposium on "Traditional Foods From Adriatic To Caucasus" Symposium, April, 15-17, Tekirdağ, Turkey,493-495.

Acun, S., Gül, H., Bıçakçı S., 2010. Gül Lokumlu, Gül Reçelli ve Gül Yapraklı Gül Tatlısı. 1. International Symposium on "Traditional Foods From Adriatic To Caucasus" Symposium, April, 15-17, Tekirdağ, Turkey, 802-803

Acun S., Gül H., Dizlek H., 2009. Arapaşı Çorbasının Üretim Yöntemi. Yüzüncüyıl Üniversitesi II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van Türkiye.

Gül H., Özçelik S., Acun S., 2009. Isparta Yöresine Özgü "İslamköy Ekmeği' nin" Geleneksel Üretim Yöntemi. Yüzüncüyıl Üniversitesi II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van Türkiye.

Acun S., 2011. Şarap İşletmeleri Atığı Olan Üzüm Posasının ve Üzüm Çekirdeğinin Bisküvilik Kalitesi Üzerine Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 77s.

Acun S., 2009. Bisküvi Üretiminde Kullanılan Katkı Maddeleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Semineri, Isparta, 32s.

Acun S, 2008. Salamura Beyaz Peynirlerde Aroma Oluşturan Mikroorganizmalar ve Aroma Oluşumunu Etkileyen Faktörler, Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Bitirme Tezi, Isparta, 58s.

YARDIMCI ARAŞTIRICI OLDUĞU PROJELER:

1. Şarap İşletmeleri Atığı Olan Üzüm Posasının ve Üzüm Çekirdeğinin Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkisi, SDÜ BAP, Proje No:2077-YL-09, 2009-2010.

2. Isparta ilindeki geleneksel ve serbest tip ekmek üreten fırınların değerlendirilmesi, SDÜ Bap Münferit Proje (Tamamlandı-2015).
3. Doğal Antioksidan ve Diyet lif Kaynağı Olarak Şarap İşletmeleri Atığı Olan Üzüm Posasının Fonksiyonel Ekmek Üretiminde Kullanılabilme Olanaklarının

Araştırılması, Tarım Bakanlığı, TAGEM, Araştırma, Geliştirme Destekleri, 2010-2012.

4. Göller Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri ile Ekmek Kalitelerinin Belirlenmesi, SDÜ, BAP, 2863-M-11, 2011-2013.

5. Mikroenkapsülasyon tekniğiyle üretilen farklı propolis ekstraktlarının ve bal tozunun kek üretiminde kullanılması, SDÜ, BAP, FDK-2019-6924, 2019-2021