



MİKROENKAPSÜLE EDİLMİŞ PROPOLİS EKSTRAKTININ MUZ AROMALI PUDİNG ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Aygül AKTAŞ¹, Evren GÖLGE^{2*}

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye

² Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye

Anahtar Kelimeler	Öz
<i>Propolis, Mikroenkapsülasyon, Puding, Fenolik Madde, Antioksidan Aktivite.</i>	<p>Bu çalışmada püskürtmeli kurutucuda mikroenkapsüle edilmiş propolis ekstraktı (MPE) %0.05, %0.1 ve %0.2 oranlarında hazır muz aromalı puding formülasyonlarına katılmıştır. Bulgulara göre MPE düzeyinin artışına bağlı olarak depolama süresince puding örneklerinde nem içeriğinde azalma görülmüştür ($p<0.05$). En yüksek serum ayrılması depolamanın 10. gününde kontrol örneğinde (3.99 mL/100 g) gözlenmiştir. Viskozite ile depolama süresi arasında ters orantılı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. L^* değeri ve b^* değeri üzerinde depolama süresi etkili olurken a^* değeri üzerinde ilave edilen MPE düzeyinin etkili olduğu görülmüştür. Antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde içeriği 0.günde %0.2 MPE içeren örnekte (66.50 mg gallik asit /100 g KM), en yüksek toplam flavonoid içeriği 0. günde %0.2 MPE içeren örnekte (59.94 mg /100 g KM), en yüksek antioksidan aktivite 0.günde %0.2 MPE içeren örnekte (%69.67 inhibisyon) tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca hiçbir örnekte toplam aerobik mezofilik bakteri gelişimi saptanmamıştır. Sonuç olarak mikroenkapsüle propolis ekstraktının puding formülasyonuna dahil edilerek tüketilebilir, fonksiyonel bir ürün elde edilmiştir.</p>

USE OF ENCAPSULATED PROPOLIS EXTRACT IN THE PRODUCTION OF BANANA FLAVORED PUDDING

Keywords	Abstract
<i>Propolis, Microencapsulation, Puding, Phenolic Content, Antioxidant Activity.</i>	<p>In this study propolis extract microencapsulated in spray dryer (MPE) was added to ready-to-eat banana flavored pudding formulations in 0.05%, 0.1% and 0.2%. According to the findings, the moisture content decreased during storage as MPE level increased ($p < 0.05$). The highest serum separation was observed in the control sample (3.99 mL/100 g) on the 10th day. An inverse relationship existed between viscosity and storage time ($p < 0.05$). Storage period was effective on L^* and b^* values, whereas MPE level was effective on a^* value. A statistically significant ($p < 0.05$) relationship between antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content was observed. The highest total phenolic content in 0.2% MPE containing sample (66.50 mg gallic acid/100 g DM) on day 0, the highest total flavonoid content in the sample containing 0.2% MPE (59.94 mg / 100 g DM) on day 0, the highest antioxidant activity in the sample containing 0.2% MPE on day 0 (69.67% inhibition) was detected. Total aerobic mesophilic bacteria growth was not observed in any sample during storage. As a result, a consumable functional product was obtained by incorporating microencapsulated propolis extract into the pudding formulation.</p>

Alıntı / Cite

Aktaş, A., Gölge, E., (2022). Mikroenkapsüle Edilmiş Propolis Ekstraktının Muz Aromalı Puding Üretiminde Kullanımı, Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi, 10(2), 587-604.

* İlgili yazar / Corresponding author: evren.golge@cumhuriyet.edu.tr, +90-346-219-1143

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
A. Aktaş, 0000-0002-1768-8169	Başvuru Tarihi / Submission Date	03.02.2022
E. Gölge, 0000-0002-0195-0070	Revizyon Tarihi / Revision Date	11.03.2022
	Kabul Tarihi / Accepted Date	12.03.2022
	Yayın Tarihi / Published Date	30.06.2022

1. Giriş (Introduction)

Son yıllarda tüketici taleplerinin besleyici, sağlıklı ve doğal bileşenlere sahip gıdalar yönünde arttığı gözlemlenmektedir. Bu talepler doğrultusunda gıda üreticileri yeni bir ürün üretme veya var olan ürünü geliştirme çabası içerisindeyler. Bu doğal ürünler arasında en yaygın olarak kullanılanlardan birisi de arılardan elde edilen ürünlerdir. Arı ürünlerinin tümü birçok hastalıkta, hastalığın ilerlemesinin önüne geçmek ve tedavi etmek amacıyla kullanılmaktadır.

Toz puding, yenilebilir nişasta, lezzet ve çeşni verici maddeler ile Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde (Anon., 1990) kabul edilen katkı maddelerinin, isteğe göre beyaz şeker katılarak veya katılmayarak tüm bu malzemelerin karıştırılması ile üretilen bir ürün olarak tanımlanmaktadır. Genellikle süt ile hazırlanan hafif bir tatlıdır. Piyasada tüketime hazır halde veya toz karışım şeklinde kakaolu, muzlu, çilekli ve vanilya aromalı pudingler bulunmaktadır. Üretilen pudinglerin duysal ve yapısal özelliklerini geliştirme yönünde yapılan çalışmalara ek olarak son yıllarda fonksiyonel gıdaların önemi hakkında bilinçlenen tüketicilerin talepleri doğrultusunda pudinglere fonksiyonel özellik kazandırma yönünde üreticilerin çalışmalarında da artış gözlemlenmiştir.

2. Kaynak Araştırması (Literature Survey)

Propolis, bal arıları (*Apis mellifera L.*) tarafından ağaçların kozalak, yaprak, genç sürgün ve kabuklarından, bitki tomurcuklarından topladıkları çeşitli yağları, polenleri, özel reçine ve mumsu maddeleri kendi metabolik salgılarıyla harmanlayarak oluşturdukları çok kuvvetli antiviral, antibakteriyel, antifungal, antioksidan, antikanser, antienflamatuar, etkiye sahip reçinemsi bir maddedir (Moreno vd., 1999; Koo vd., 2000; Sforcin vd., 2000; Nagaoka vd., 2003; Popova vd., 2005; Ahn vd., 2007; Laskar vd., 2010). Propolis içeriğinin genel olarak vaks, reçine, su, inorganik maddeler, fenolikler ve esansiyel yağlardan oluştuğu bilinmekte beraber bu içeriğin oranları propolisin elde edildiği bitki kaynağına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Markham vd., 1996; Burdock, 1998; Yangı, 2012). Propolis rengi kaynak olarak kullanılan bitki ve depolama süresine bağlı olarak sarı-yeşilden koyu kahverengiye kadar değişebilmektedir. Propolis bileşiminde bulunan başlıca mineraller; kalsiyum, magnezyum, iyot, çinko, potasyum, mangan, kobalt, bakır, demir ve sodyumdur. Vitaminler ise; A, B1, B2, B3, B6, C ve E vitaminleridir (Yangı, 2012; Çifci, 2015).

Son yıllarda gıda alanında giderek yaygınlaşan aktif gıda bileşenlerine yönelik çalışmalar ve bu bileşenleri ürünlere entegre etme ve koruma için yeni yöntem arayışı, mevcut yöntemleri geliştirme çalışmaları ve yöntemlerin kombinasyonları üzerine olan çalışmalar giderek artmaktadır. Bu anlamda enkapsülasyon teknolojisi de gıdalarda raf ömrünün uzatma, kontrollü salınım ve özellikle fonksiyonel gıdalarda kullanılan aktif lipofilik bileşenlerin korunmasında kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Ivanova vd., 2005; Karaođlan, 2011). Enkapsülasyon teknolojisinde ise kapsülleme ajanı çeşitliliği, ekipmanların istenilen özelliklere ayarlanabilmesi, sürekliliğinin olması, üretilen mikroenkapsüllerin maliyetinin diğer yöntemlere kıyasla daha düşük olması, endüstriyel olarak uygulanabilirliği gibi pek çok sebepten dolayı püskürtmeli kurutma yöntemi en yaygın ve en tercih edilen yöntem olarak kullanılmaktadır (Koç vd., 2010; Bostancı, 2017).

Püskürtmeli kurutma yönteminin kullanılması ile ürünlerde su miktarı ve su aktivitesinin azalmasının yanı sıra ürünlerin mikrobiyolojik stabilitesini sağlama ve bununla birlikte mikrobiyolojik bozulmaları önleme ve ürünlerin spesifik özelliklerini muhafaza etmek amaçlanmıştır. Bu yöntemin en büyük avantajı kolay ekipman temini ve üretim maliyetinin düşük olmasıdır. Aynı zamanda iyi kalitede partikül elde edilmesidir. Yapılan çalışmalarda ısı, ışık, oksijen gibi çevresel koşullara karşı duyarlı olan antosiyaninlerin enkapsülasyonunda en çok tercih edilen yöntemdir. (Gökmen vd., 2012; Mol, 2016).

Bu çalışmada enkapsülasyon işlemi yapılmış toz formdaki mikroenkapsüle propolis ekstraktının ilave edildiği muz aromalı pudingte serbest radikal yakalama yeteneği, toplam fenolik ve flavonoid içeriğinin belirlenmesi ve muz aromalı pudingin kalite karakterindeki değişimlerle ilgili fiziksel ve kimyasal analizlerin yanı sıra mikroenkapsüle edilmiş propolis ekstraktı ilave edilmiş puding formülasyonundaki antimikrobiyal etkisinin belirlenerek mikroenkapsüle propolis fonksiyonel bir ürün olarak kullanılma olasılığının araştırılması amaçlanmıştır.

3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

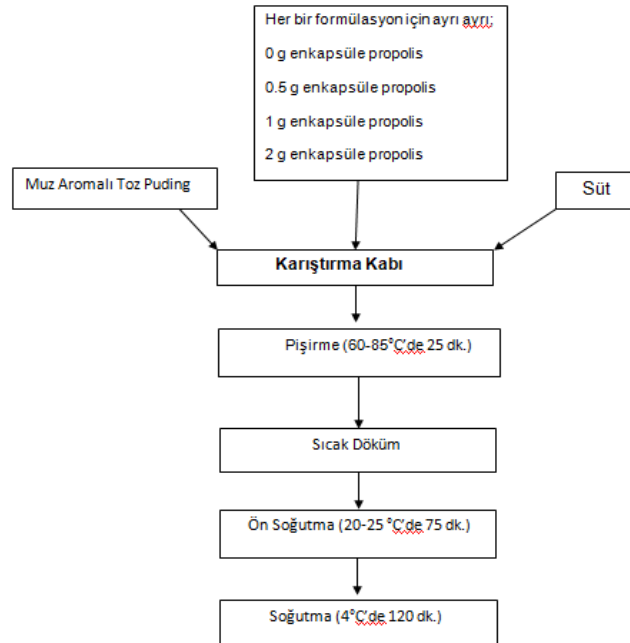
3.1. Materyal (Material)

Bu araştırma kapsamında başka bir çalışmada elde edilmiş mikroenkapsüle propolis ekstraktının muz aromalı puding üretiminde kullanılması Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Puding üretiminde kullanılan süt (Dimes, Türkiye) ve muz aromalı toz puding (Dr.Oetker, Türkiye) yerel bir marketten temin edilmiştir. Çalışmada, başka bir yüksek lisans tez çalışmasında elde edilen uygun saklama koşullarına muhafaza edilmiş toz formdaki mikroenkapsüle propolis ekstraktı (MPE) kullanılmıştır. MPE üretiminde TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Pilot Tesisinde bulunan laboratuvar ölçekli Buchi B-290 (Flawil, İsviçre) mini püskürtmeli kurutucu kullanılmıştır. Emülsiyon oluşturmak amacıyla 100 mL distile suya 25°C'de 30 g maltodekstrin (Alfasol, Türkiye) (dekstroz eşdeğeri 14-17) ilave edilmiştir ve tamamen çözünene kadar manyetik karıştırıcı (Wisestir, MSH 20-A, Kore) ile karıştırılmıştır. Ardından karışım Ultra-Turrax homojenizatör (Yellow Line IKA, DI 25 basic, Almanya) ile 12000 devir/dakika'da karıştırılırken 10 mL propolis ekstraktı 10 dakika boyunca damla damla ilave edilerek emülsiyon oluşturulmuştur. Püskürtmeli kurutucunun besleme debisi 4 mL/dakika, hava giriş sıcaklığı 120°C'ye ayarlanmıştır. Aspiratör ayarı %85, pompa ayarı %13, basınçlı hava ayarı 0.30 bar olarak ayarlanmıştır. Çıkış sıcaklığı 70-65°C arasında değişmiştir. Püskürtmeli kurutucuda 8 saat süre ile enkapsülasyon işlemi yapılmıştır. Elde edilen toz formdaki mikroenkapsüle ürünler paketler içerisinde buzdolabında +4°C'de depolanmıştır (Bostancı, 2017).

3.2. Yöntem (Method)

3.2.1. Muz Aromalı Puding Üretimi (Production Of Banana Flavored Pudding)

Muz aromalı puding reçetesine uygun olarak 175 g muz aromalı toz puding karışımına 750 mL süt ilave edilerek kıvam alana kadar pişirilmeye devam edilmiştir. Hazırlanan puding örnekleri uygun analiz kaplarına boşaltılarak 75 dakika oda şartlarında bekletildikten sonra 2 saat buzdolabında (+4°C) soğumaya bırakılmıştır. Üretien örnekler tüm analizlerin gerçekleştirilmesi için ağzı kapalı polietilen kaplarda +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. (Şekil 1).



Şekil 1. Farklı miktarlarda mikroenkapsüle propolis ekstraktı eklenerek üretilen muz aromalı puding üretim akım şeması (Production flow chart of banana flavored pudding produced by adding different amounts of microencapsulated propolis extract)

3.2.2. Mikroenkapsüle Propolis Ekstraktının Analiz İçin Hazırlanması (Preparation Of Microencapsulated Propolis Extract For Analysis)

Uygulanacak analizlerden önce, 1 g MPE üzerine 50 ml %99.5'lik etanol (Sigma-Aldrich, Almanya) eklendikten sonra karışım tüp karıştırıcıda karıştırılmış ve 4000 x g'de 2 dakika Santrifüj (Sigma, 2-16PK, Almanya) edilmiştir (Nori vd., 2011).

3.2.3. Toplam Fenolik Bileşik Miktarının Hesaplanması (Calculation Of The Total Amount Of Phenolic Compounds)

Toplam fenolik bileşik miktarı gallik asitin (Sigma-Aldrich, Çin) standart olarak kullanıldığı Folin-Ciocalteu metodu ile hesaplanmıştır. Yöntem için 0.5 mL örnekten alınarak üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu (1:10) ayracı (Merck, Almanya) ve 2 mL %4'lük sodyum karbonat (Sigma-Aldrich, Almanya) ilave edilmiştir. Tüpler vorteks ile karıştırıldıktan sonra 30 dk. oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilerek spektrofotometrede (Optima, SP-3000 Plus, Japonya) 750 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar elde edilen standart grafiği yardımıyla mg gallik asit eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları, gallik asit (1, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm) çözeltisi kullanılarak elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg KM olarak ifade edilmiştir.

3.2.4. Antioksidan Aktivite Tayini (Determination Antioxidant Activity)

Analiz edilecek numuneden tüplere 0.1, 0.2, 0.3, ve 0.5 mL alınarak ve üzerlerine 4.0 mL olacak şekilde etanol (Sigma-Aldrich, Almanya) eklenmiş ve 1.0 mL DPPH (Sigma-Aldrich, Almanya) (0.5 mM) ilave edilerek reaksiyon karışımı oluşturularak ve mikroenkapsüllerin açılması sağlandıktan sonra oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika bekletilerek ve 517 nm'de absorbans spektrofotometrede (Optima, SP-3000 Plus, Japonya) ölçülmüştür (Chen vd., 2003). Hesaplama aşağıda belirtilen denkleme göre yapılmıştır (1).

$$\%DPPH \text{ radikali inhibisyonu} = \frac{AC(0) - AA(t)}{AC(0)} \times 100 \quad (1)$$

AC(0) : 0. dakikadaki kontrolün absorbansı

AA(t) : 30. dakikadaki antioksidan maddenin absorbansı

3.2.5. Nem Tayini (Determination Of Water Content)

Önceden sabit tartıma getirilmiş olan nem kaplarına 0.1 mg hassasiyetle 1-3 g numune tartılarak kabın yüzeyine yayılarak 70±2°C'de 4 saat süreyle vakumlu etüvde kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Sabit tartım elde edilene kadar işleme devam edilmiştir (Cemeroğlu, 2013). Yüzde nem hesaplaması aşağıda belirtilen denkleme göre yapılmıştır (2).

$$\%KM = \frac{M_1 - M}{M_2 - M} \times 100 \quad (2)$$

M= Kabın darası

M₁= İşlem sonrası kabın darası + numune

M₂=İşlem sonrası kabın darası + numune

%Nem= 100 - %KM

3.2.6. Su Aktivitesi (Water Activity)

Puding örneklerinin su aktivite değerleri yaklaşık 1 g örnek kullanılarak Labswift su aktivitesi cihazında (Novasina AG, İsviçre) ölçülmüştür.

3.2.7. Serum Ayrılması (Syneresis)

Puding örneklerinin serum ayrılması (sineresis) miktarlarının belirlenmesi için 5 g tartılan MPE eklenmiş muz aromalı puding örnekleri santrifüj tüplerine alınarak, 5000 rpm dönüş hızında 4°C'de 15 dakika santrifüj (Sigma, 2-16PK, Almanya) edilmiştir. İşlem sonrası katı kısımdan ayrılan serum miktarı mL/100 g olarak belirtilmiştir (Çifci, 2015).

3.2.8. Renk Analizi (Color Analysis)

MPE eklenmiş muz aromalı puding örneklerinin renk değerleri, renk ölçüm cihazı (CR-400 Konica, Minolta, Japonya) kullanarak ölçülmüştür. Hunter L*, a* ve b* değerleri kaydedilmiştir. Her bir örneğin ölçümü 3 farklı noktadan yapılmıştır. L* değeri (0-100) siyah ve beyaz arasındaki renkleri, a* değeri (+: kırmızı, -: yeşil) yeşil ve kırmızı arasındaki ve b* değeri (+: sarı, -: mavi) sarı ile mavi arasındaki renkleri tanımlamak için kullanılmaktadır.

3.2.9. Viskozite Analizi (Viscosity Analysis)

Pişirilerek buzdolabında bekletilen MPE eklenmiş muz aromalı pudinglerin viskoziteleri 22±2°C'de, V-75 numaralı başlık kullanılarak 100 rpm hızında bir dakika beklenerek değerler sabitlendiğinde, Brookfield DV-II model

viskozimetre (Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleboro, MA) kullanılarak ölçülmüştür (Messery vd., 2019).

3.2.10. Duyusal Analiz (Sensory Analysis)

Hazırlanan puding numuneleri şeffaf plastik sunum kapları içerisinde farklı şekillerde kodlanarak Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği çalışanları ve öğrencilerinden oluşan 8 kişilik eğitimsiz panelist grup tarafından değerlendirmeleri hedonik skala kullanılarak sağlanmıştır. Hedonik skalada "1" puan en az beğendim "10" puan en çok beğendim yargılarını ifade etmektedir. Panelistler tarafından değerlendirilen kalite unsurları; kıvam (kaşık ile örneği karıştırmak suretiyle), koku (örneklerin burun yoluyla direkt koklanması suretiyle), lezzet (örneklerin ağız yoluyla tadılması suretiyle), renk (örnekler gün ışığında direkt bakmak suretiyle) ve genel beğenidir. Örnekler 0., 5. ve 10. günlerde duyusal analiz tek paralel olarak uygulanmıştır. Panelistlere örneklerle birlikte ağızlarını nötrlemeleri amacıyla su verilmiştir.

3.2.11. Mikrobiyolojik Analiz (Microbiological Analysis)

Mikrobiyolojik olarak analizi yapılacak her bir örnek steril Stomacher torbalara 10 g tartılarak üzerlerine 90 mL steril peptonlu fizyolojik tuzlu su ilave edilip stomacherde homojenize edilmiştir. Homojenize hale getirilmiş örnekler steril peptonlu fizyolojik tuzlu su ile 1:10 oranında seyreltilmiş ve seri dilüsyonlar (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} katlık) hazırlanmıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımının gerçekleştirilmesinde hazırlanan dilüsyonlardan 1 ml alınarak dökme plak yöntemi ile Plate Count Agar'a ekim yapılmıştır. Kendiliğinden katılaşması beklenen petriyer 30°C'de 72 saat inkübasyona bırakılmıştır. Plate Count Agar'da üreyen bütün koloniler toplam aerob mezofilik bakteri olarak değerlendirilmiştir (Anon, 2014).

3.2.12. İstatistiksel Analizler (Statistical Analysis)

Mikroenkapsüle propolis ekstraktı eklenmiş muz aromalı puding örneklerinde, MPE düzeyi ve depolama süresinin bağımlı değişkenler üzerine olan etkisi, SPSS Statistic for Windows (versiyon 16.0, Armonk, NY: IBM Corp.) programı kullanılarak varyans analizi ile incelenmiştir. Varyans analizi sonucu bağımlı değişkenler üzerine etkisi önemli bulunan faktörler veya faktör etkileşiminin hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testi uygulanmıştır. Bağımlı değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için, Statistica 12 paket programında (1995, StatSoft, Tulsa, OK, USA) Pearson korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir ve grafikleri çizilmiştir.

4. Deneysel Sonuçlar (Experimental Results)

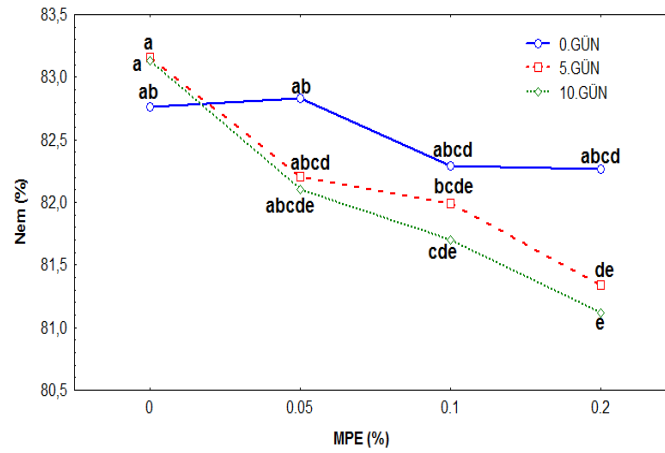
4.1. Mikroenkapsüle Propolis Ekstraktının Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavonoid Madde ve Antioksidan Kapasitesi (Total Phenolic Substance, Total Flavonoid Substance and Antioxidant Capacity of Microencapsulated Propolis Extract)

Çalışmada kullanılan Folin-Ciocalteu reaktifi fenolik asitler, flavanoller, flavonoidler, antosiyaninler gibi fenolik yapıya sahip bileşikler ile renkli bir yapı oluşturduğundan dolayı polifenolik ve fenolik tüm bileşenlerin toplam miktarı belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucu muz aromalı pudinge katılmadan önce MPE'nin toplam fenolik madde içeriği 76.17 ± 0.56 mg/-kg ve toplam flavonoid madde miktarı 22.01 ± 1.28 mg/kg ve olarak tespit edilmiştir. Aynı şekilde MPE örneğinin antioksidan özelliğini belirlemede DPPH radikali üzerinden hesaplama yapılmıştır. Serbest radikali giderme aktivitesinin belirlemek için 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm ve 500 ppm konsantrasyonlarında %inhibisyon sırası ile 10.7 ± 0.98 , 23.3 ± 0.84 , 34.8 ± 1.12 , 38.0 ± 1.18 ve 41.6 ± 0.94 olarak hesaplanmıştır.

Bostancı (2017) püskürtmeli kurutucuda enkapsülasyon işlemi uyguladığı propolis ile yaptığı çalışmada mikroenkapsüle propolise ait toplam fenolik madde miktarının 89.17 ± 0.96 mg/kg olduğunu ve ayrıca farklı konsantrasyonlarda mikroenkapsüle propolisin antioksidan aktivitesinin (% DPPH) %14.30 ile %59.52 arasında değiştiğini bildirmiştir. Yavuz (2011) Türkiye'nin farklı illerinden (Van, Erzurum, Gümüşhane, Ordu, Rize ve Muğla) topladığı etanolle ekstrakte edilen propolislerde FRAP (Fe^{+3} indirgeme) metodu ile örneklerin toplam flavonoid madde miktarını tespit etmiştir ve toplam flavonoid madde miktarının 78-168 mg/kg arasında değiştiğini saptamıştır. Başka bir çalışmada ise püskürtmeli kurutucuda enkapsülasyon işlemi uygulanan propolise ait toplam flavonoid içeriğinin 10.58-14.03 mg/kg arasında bulunduğu ifade etmiştir (Marqueell vd., 2006). Chen vd. (2003) Tayvan propolisinde yaptıkları çalışmada farklı konsantrasyonlarda alınan propolis ekstraktlarında % DPPH aktivitesinin %18.3 ile %99.8 arasında değiştiği rapor etmişlerdir.

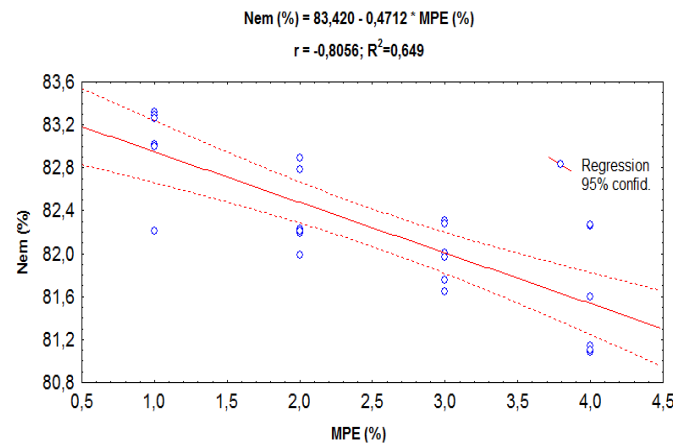
4.2. Mikroenkapsüle Propolis Ekstraktı (MPE) İlave Edilerek Üretilmiş Muz Aromalı Pudinglerin Nem İçeriği, a_w , Serum Ayrılması ve Viskozite (Moisture Content, a_w , Serum Separation and Viscosity of Microencapsulated Propolis Extract (MPE) Containing Banana Flavored Puddings)

En düşük nem içeriği 10. günde %0.2 MPE içeren örnekte 81.14 ± 0.05 ve en yüksek kontrol örneğinde 0. günde 83.32 ± 0.29 olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Kontrol örneğinin nem içeriğinde depolama süresi boyunca çok bir farklılık görülmemiştir. Ergül ve Karakaya (2013) %15 maviyemiş (yaban mersini) içeren puding örneklerine ait nem içeriğinin 77.42 ± 0.15 olduğunu bildirmişlerdir. Nem miktarı ürünün topaklanmasını ve su aktivitesini etkilemektedir. Genel anlamda ürünlerin nem oranının çok yüksek olması istenmez çünkü nem oranı doğrudan ürünün raf ömrünü ve dayanıklılığını etkilemektedir. Puding örneklerindeki nem içeriğindeki farklılığa hangi MPE düzeyi ve hangi depolama süresinin neden olduğunu belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarını gösteren Şekil 2 incelendiğinde, örneklere ilave edilen %MPE miktarındaki artışa bağlı olarak nem içeriğinde de bir azalış gözlemlenmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 2. Nem içeriği üzerine MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin etkisi (Farklı harflerle gösterilen değerler $p < 0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of the interaction of MPE level x storage time on moisture content (Values indicated with different letters are different from each other at $p < 0.05$))

Nem içeriği ile ilave edilen MPE düzeyi arasındaki korelasyon incelendiğinde, ilave edilen MPE düzeyi ile nem içeriği arasında ters orantılı kuvvetli bir ilişki ($r = -0.806$) olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). İlave edilen düzeye bağlı olarak nem içeriğinde azalışın meydana geldiği görülmüştür (Şekil 3).

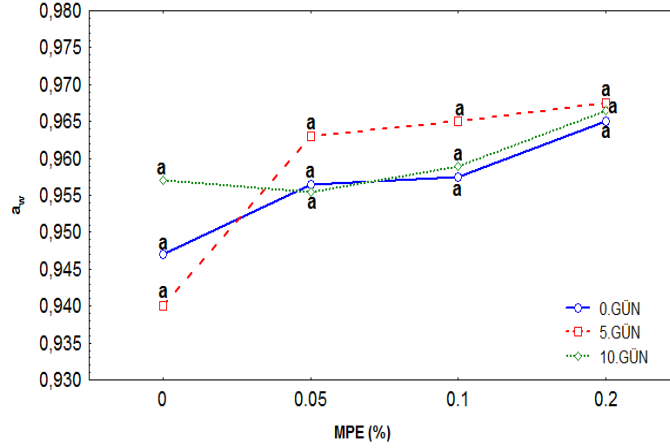


Şekil 3. Nem içeriği ile %MPE düzeyi arasındaki ilişki (Relationship between moisture content and %MPE level)

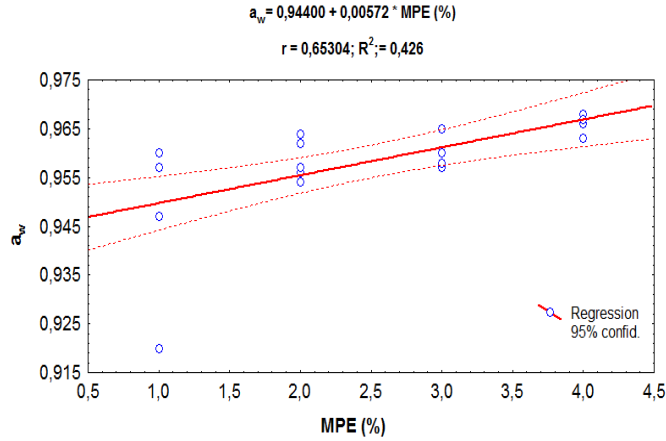
Gıdalarda su aktivitesi gıda teknolojisinde oldukça önemlidir. Su aktivitesi gıdalarda fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kararlılığı etkilediğinden doğrudan gıda kalitesini de etkilemektedir. Yapılan literatür araştırmasında süt içeren tatlılar grubundan kabul edilen pudingin su aktivitesinin (a_w) mikroorganizma gelişimi için uygun olduğu bilgisine rastlanılmakla beraber su aktivitesi üzerine bir çalışmaya rastlanılmamıştır (Alışarlı vd., 2002). Süt bazlı bazı gıda ürünlerinin su aktivitesi değerlerinin incelendiği çalışmalarda; Tokatlı (2011) koyun ve keçi sütü kullanarak ürettiği 4 farklı (koyun sütü, %60 koyun sütü+%40 keçi sütü, %90 koyun sütü+%10 keçi sütü, sadece koyun (sütü-yanık)) yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerlerinin 0.93 ile 0.98 arasında değiştiğini

belirtmiştir. Başka bir çalışmada ise, Çubukçı (2016) Erzurum yöresinde tüketime sunulan vanilyalı, kakaolu ve vişneli dondurmaların su aktivitesi değerlerinin ile 0.95 olduğunu bildirmiştir.

Puding örneklerindeki su aktivitesindeki farklılığa hangi MPE düzeyi ve hangi depolama süresinin neden olduğunu belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçları incelendiğinde (Şekil 4), örneklere ilave edilen %MPE miktarındaki artışa bağlı olarak su aktivitesinde bir artış gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Su aktivitesi (a_w) ile ilave edilen MPE düzeyi arasındaki korelasyon incelendiğinde ise, MPE düzeyi ile su aktivitesi (a_w) arasında doğru orantılı bir ilişki ($r=0.653$) olduğu görülmektedir (Şekil 5).

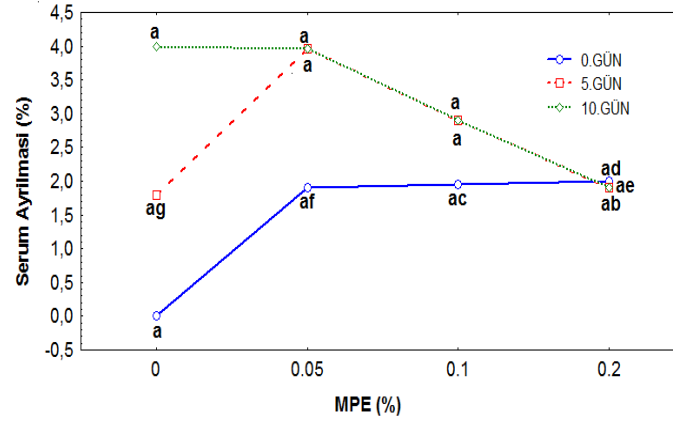


Şekil 4. Su aktivitesi (a_w) üzerine MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin etkisi (Farklı harflerle gösterilen değerler $p<0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of the interaction of MPE level x storage time on water activity (a_w) (Values shown with different letters differ from each other at $p<0.05$))



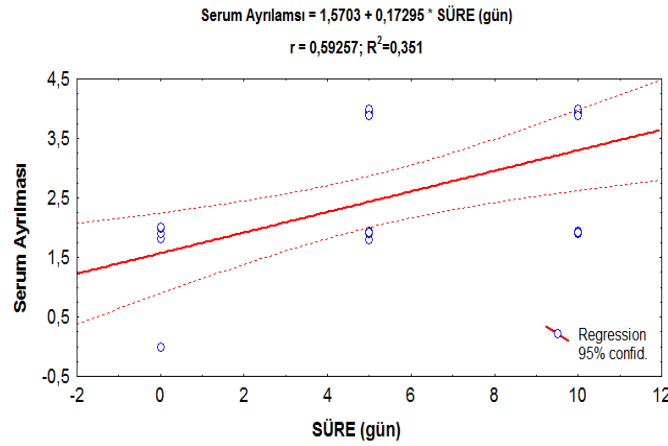
Şekil 5. Su aktivitesi (a_w) ile (%) MPE miktarının ilişkisi (Relationship between water activity (a_w) and amount of MPE (%))

Puding örneklerinde serum ayrılması değerleri incelendiğinde, 0. günde kontrol örneğinde serum ayrılması gözlemlenmezken, depolama süresinde ki artış ile serum ayrılmasında da artış gözlemlenmiştir. Örneklerde en yüksek serum ayrılması depolama süresinin 10. gününde kontrol örneğinde 3.99 ± 0.01 mL/100 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 6). Bu durumun MPE de kullanılan kaplayıcı madde olan maltodekstrinin su ile bağ kurmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda ilave edilen MPE düzeyinin, depolama süresinin ve MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin serum ayrılması üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Tukey testi sonuçlarını gösteren Şekil 6 incelendiğinde kontrol puding örneğinde serum ayrılması depolama süresinde meydana gelen artış ile beraber arttığı görülmüştür. %0.05 ve %0.1 düzeyinde propolis içeren örneklerin serum ayrılması düzeyi depolamanın 5. ve 10. gününde benzerlik göstermiştir.



Şekil 6. Serum ayrılması (%) üzerine MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin etkisi (Farklı harflerle gösterilen değerler $p<0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of the interaction of MPE level x storage time on syneresis (%)) (Values indicated with different letters differ from each other at $p<0.05$)

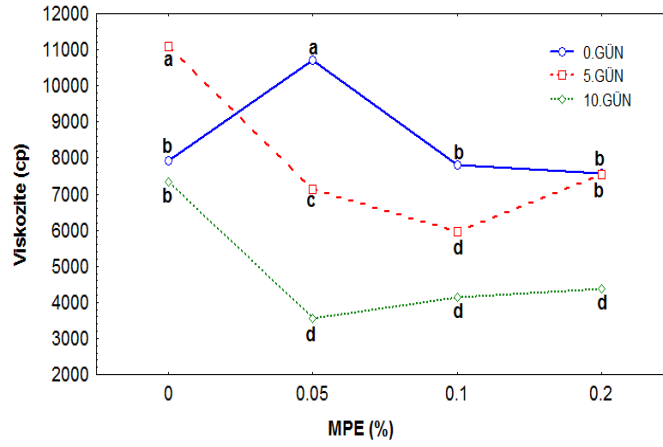
Serum ayrılması ile depolama süresi arasındaki korelasyon incelendiğinde, süre ile serum ayrılması arasında doğru orantılı bir ilişki ($r=0.592$) olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Depolama süresinde meydana gelen bir birimlik artış serum ayrılmasında 0.173 birimlik artışa neden olmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Serum ayrılması (%) ile depolama süresi arasındaki ilişkisi (Relationship between syneresis (%) and storage time)

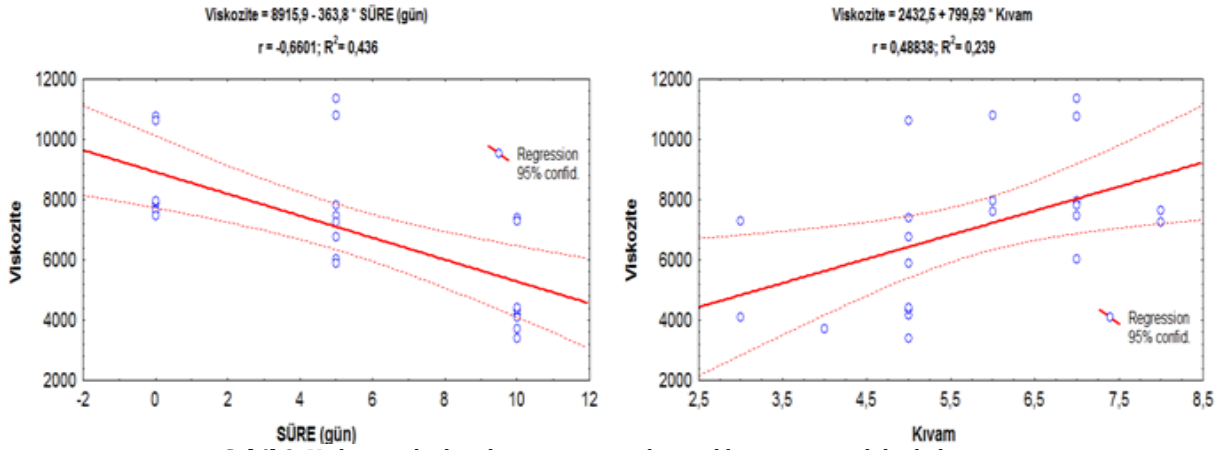
Karakuş (2013) farklı oranlarda stevia (%2.5, %2, %1.5), şeker (%10) ve stevia - şeker olmak üzere 8 adet yoğurt üretimi gerçekleştirdiği çalışmada 21 günlük depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerine baktığında depolama sürecinin 1.gününde en yüksek değer 24.81 mL/25 g ve en düşük serum ayrılması değerini depolamanın 21. gününde %2 stevia ilave edilmiş set tip yoğurtta 18.16 mL/25 g olarak belirtmiştir. Derzashamshir (2017) süt ile üretilen pudingi kontrol örnek olarak süt yerine kazinomakropeptid içeren puding formülasyonları geliştirmiştir. Çalışmasında farklı oranlarda keçiyoynuzu gamı (%0.5, %0.7) ve K-karragenan (%0.02, %0.2) kullanmıştır. En iyi sonucu %10 kazeinomakropeptid, %0.7 keçiyoynuzu gamı, %5 nişasta ve %10 şeker kullanılarak üretilen puding formülasyonundan elde etmiştir. Bu formülasyon ile elde edilen pudingin yapısının süttozu ile üretilene pudinge en yakın olduğunu belirtmiştir. Üretilen pudinglerin su ayrılmasına bakıldığında süttozu ve kazinomakropeptid içeren pudinglerin süt tozu ile üretilende ve %0.7 keçiyoynuzu ilave edilen pudinglerde %0 olarak belirlemiştir.

Yapılan Varyans analizi sonucunda ilave edilen MPE düzeyinin, depolama süresinin ve MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin viskozite üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 10. gününde ilave edilen %0.05, %0.1 ve %0.2 MPE düzeyinin viskozite üzerinde anlamlı bir farklılığa neden olmadığı görülmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Viskozite üzerine MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin etkisi (farklı harflerle gösterilen değerler $p<0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of the interaction of MPE level x storage time on viscosity (values indicated with different letters differ from each other at $p<0.05$))

Viskozite ile depolama süresi ve kıvam arasındaki ilişki Pearson korelasyon ile incelendiğinde, viskozite ile depolama süresi arasında ters orantılı bir ilişki ($r=-0.661$), kıvam ile doğru orantılı zayıf bir ilişki ($r=0.488$) olduğu görülmüştür (Şekil 9).

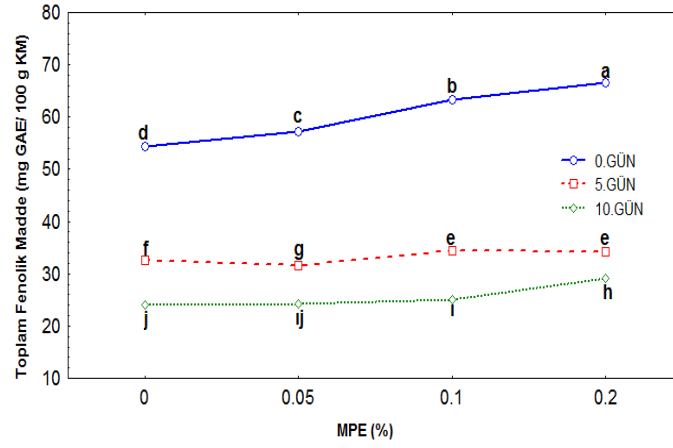


Şekil 9. Viskozite ile depolama süresi ve duyu kıvam arasındaki ilişkisi (Relationship between viscosity and storage time and sensory consistency)

Karakuş (2013) farklı oranlarda stevia (%2.5, %2 ve %1.5), şeker (%10) ve stevia-şeker olmak üzere 8 adet yoğurt üretimi gerçekleştirdiği çalışmada 21 günlük depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine baktığında depolama sürecinin en düşük viskozite değeri depolama sürecinin 1. gününde sade yoğurttaki 39560 ± 1440 cP ve en yüksek değerin depolamanın 21. gününde %10 şeker ilaveli yoğurttaki 53208 ± 690 cP olarak belirtmiştir. Çalışmada dikkat çeken bir diğer sonuç ise yoğurtlara ilave edilen stevia (%2.5, %2 ve %1.5) özü miktarı arttıkça viskozite değerinde de (42734 ± 1002 , 42645 ± 1435 ve 40689 ± 1551 cP) artış olduğunu bildirmiştir.

4.3. Mikroenkapsüle Propolis Ekstraktı (MPE) İlave Edilerek Üretilmiş Muz Aromalı Pudinglerin Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavonoid Madde Düzeyleri ve Antioksidan Aktivitesi (Total Phenolic Substance, Total Flavonoid Substance Levels and Antioxidant Activity of Microencapsulated Propolis Extract (MPE) Containing Banana Flavored Puddings)

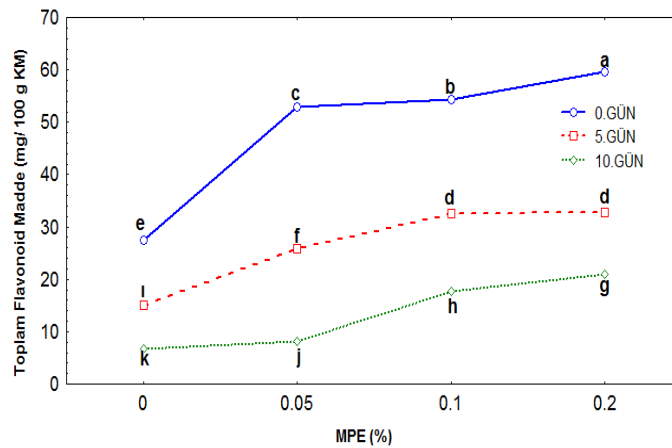
Depolama süresi ve MPE düzeyinin puding örneklerinin fenolik madde düzeyi üzerine etkisi varyans analizi ile incelendiğinde, her iki faktörün tek tek etkileri ve depolama süresi x MPE düzeyi etkileşiminin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Puding örneklerinin toplam fenolik madde miktarındaki farklılığa hangi MPE düzeyi ve hangi depolama süresinin neden olduğunu belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarını gösteren Şekil 10 incelendiğinde, örneklere ilave edilen %MPE miktarındaki artışa bağlı olarak toplam fenolik madde miktarında önemli bir artış ($p<0.05$), depolama süresinin artışına bağlı olarak ise önemli bir azalma olduğu gözlenmiştir.



Şekil 10. Toplam fenolik madde üzerine MPE düzeyi x depolama süre etkileşiminin etkisi (Farklı harflerle gösterilen değerler p<0.05 düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of MPE level x storage time interaction on total phenolic substance (Values shown with different letters differ from each other at p<0.05))

Depolama süresinin ürün özellikleri üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada, farklı oranlarda (%0, %0.25, %0.50, %0.75) propolis ilave edilmiş ve 30 günlük depolama süresi boyunca toplam fenolik madde miktarları tespit edilmiş yoğurt örneklerinde, %0 propolis içeren örnekte depolamanın 1.gününde 0.09±0.03 mg GAE/g fenolik madde tespit edilirken depolamanın 30.gününde fenolik madde tespit edilmemiştir. %0.75 propolis ilave edilen yoğurt örneğinde ise fenolik madde miktarı depolamanın 1.günde 1.19±0.04 mg GAE/g ve 30.gününde 0.65±0.04 mg GAE/g olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada yapmış olduğumuz çalışma sonuçlarına benzer şekilde, ilave edilen propolis miktarındaki artışa bağlı olarak toplam fenolik madde miktarının arttığı ve depolama süresi arttığında ise fenolik madde miktarının azaldığı ve bu azalış ve artışların istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0.05) bildirilmiştir (Çelik, 2016).

Propolisin toplam fenolik madde içeriği bileşiminde bulunan flavonoidler, terpenler, kumarinler, fenolik asitler ve esterlerinden kaynaklanır (Karakaş, 2012). Literatürde propolisin kullanıldığı yoğurt (Çifci, 2015) ve sakız (Bostancı, 2017) çalışmalarında da benzer şekilde, propolis düzeyi arttıkça ürünlerdeki toplam fenolik madde düzeyinin arttığı ifade edilmiştir. Ayrıca fenolik madde açısından zengin kurutulmuş yaban mersinin %0, %8, %16 ve %24 oranlarında muffin kekine katılması ile yapılan çalışmada, ilave edilen yaban mersini miktarı arttıkça toplam fenolik madde miktarının kontrol kek örneğinin sırasıyla 1.23, 1.40 ve 2.38 katı olduğu ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu bildirilmiştir (p<0.05). Bu artışın yaban mersini bileşiminde bulunan antosiyaninler, flavonoller, klorojenik asit ve prosiyanidinler ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Işık vd., 2017).

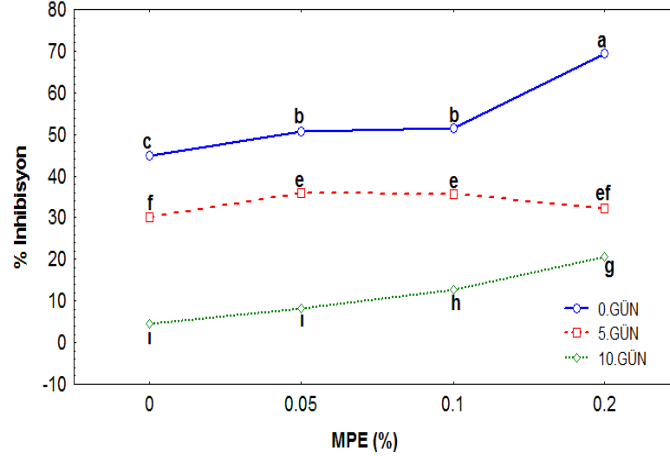


Şekil 11. Toplam flavonoid madde üzerine MPE düzeyi x depolama süre etkileşiminin etkisi (Farklı harflerle gösterilen değerler p<0.05 düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of MPE level x storage time interaction on total flavonoid substance (Values shown with different letters differ from each other at p<0.05))

Yapılan varyans analizi sonucunda ilave edilen MPE düzeyinin, depolama süresinin ve MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin toplam flavonoid madde miktarları üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Tukey testi sonuçlarını (Şekil 11) incelendiğinde puding örneklerinin toplam flavonoid madde düzeyi depolama süresi uzadığında azalmasına karşın %0.1 ve %0.2 düzeyinde propolis içeren örneklerin

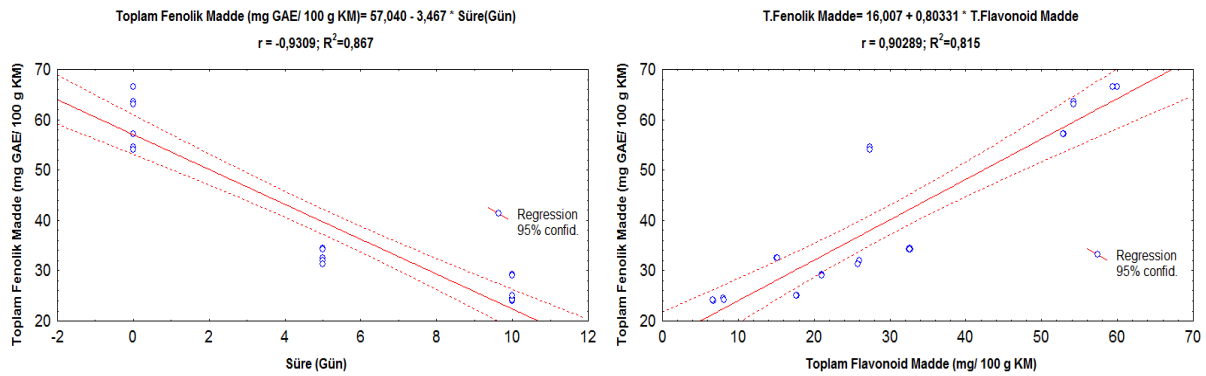
toplam flavonoid madde içeriğinin 5.günde bile kontrol örneğinin 0.gününden önemli düzeyde daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda ilave edilen MPE düzeyinin, depolama süresinin ve MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarında da olduğu gibi antioksidan aktivite üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Antioksidan aktivitedeki farklılığın hangi uygulamadan kaynaklandığını belirlemek için Tukey Testi yapılmıştır. Şekil 12'de görüldüğü üzere %0.2 MPE içeren 0. gün puding örneklerinin diğer örneklerden önemli düzeyde daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca pudinglere eklenen propolis düzeyi azaldığında test edilen tüm depolama sürelerinde antioksidan aktivitenin her bir düzeyde önemli derecede azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 12. Antioksidan aktivite üzerine MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin etkisi (Farklı harflerle gösterilen değerler $p<0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of the interaction of MPE level x storage time on antioxidant activity (Values shown with different letters are different from each other at $p<0.05$))

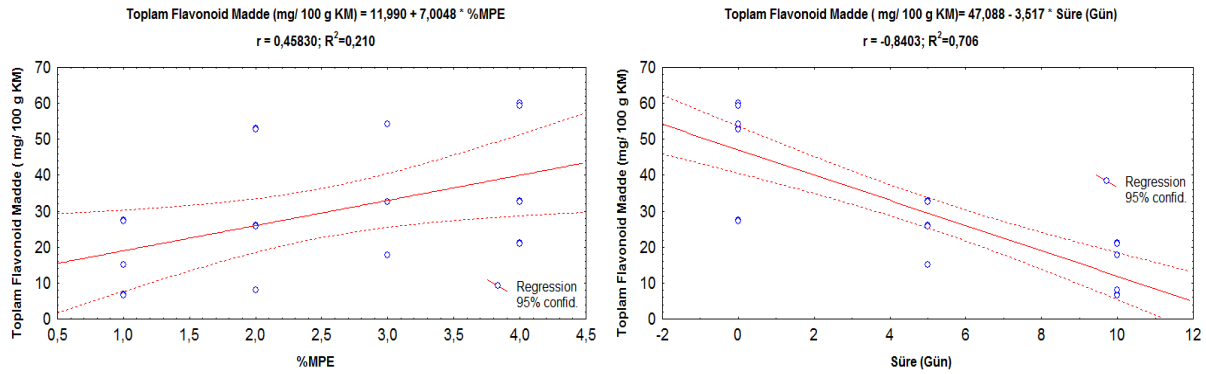
Literatürdeki bir çalışmada karamuk (*Berberis cratagina*) bitkisinden elde edilen mikroenkapsüle antosiyaninler dondurma üretiminde kullanılmış ve farklı sıcaklık (-18°C , 4°C , 25°C) ve farklı depolama süresi (1. 30. 60. ve 90. gün) sonunda analizleri yapılmıştır. Çalışma sonunda depolama süresindeki değişimin fenolik madde ve toplam antioksidan değerler üzerine etkisinin önemli olduğu ifade edilmiştir (Okurkan, 2018). Yapılan diğer çalışmalarda ürünlerdeki toplam fenolik ve flavonoid miktarındaki artışın antioksidan aktiviteyi arttırdığı ifade edilmiştir (Karakaş, 2012; Işık vd., 2017; Apaydın, 2015). Bu nedenle yapmış olduğumuz çalışmada örneklerdeki toplam fenolik, toplam flavonoid madde ve antioksidan aktivite arasındaki ilişki Pearson korelasyon ile incelenmiştir. Ayrıca bu değişkenlerle ilave edilen propolis düzeyi ve depolama süresi arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Toplam fenolik madde ile depolama süresi arasındaki ilişki incelendiğinde, depolama süre ile toplam fenolik madde arasında ters orantılı kuvvetli bir ilişki ($r = -0.931$) olduğu görülmüştür. Depolama süresinde bir birim artışın örneklerde bulunan fenolik madde miktarında 3.467 birimlik bir azalmaya neden olmuştur (Şekil 13). Puding örneklerinde toplam fenolik madde miktarı ile flavonoid madde miktarı arasında ise doğru orantılı kuvvetli bir ilişki ($r = 0.903$) olduğu görülmüştür (Şekil 13).



Şekil 13. Toplam fenolik madde ile depolama süresi ve flavonoid madde miktarı arasındaki ilişki (The relationship between total phenolic substance, storage time and amount of flavonoid substance)

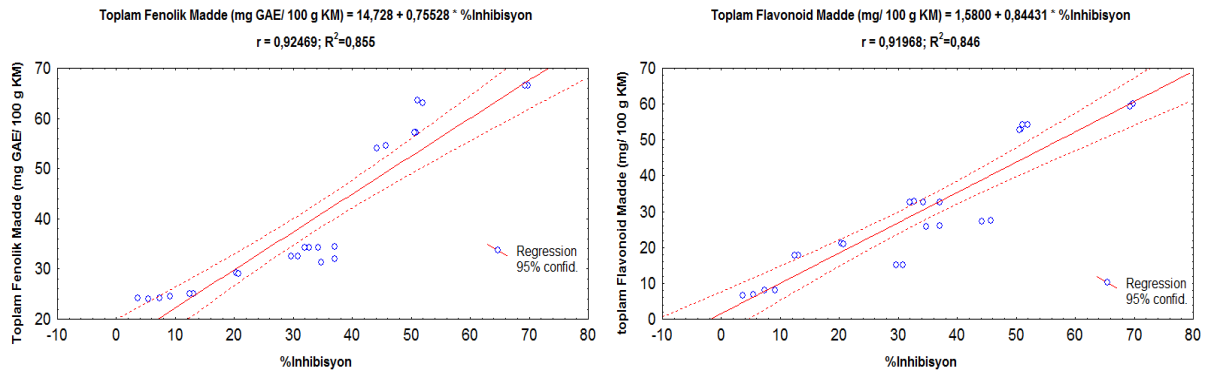
Propolis içeriğinde bulunan polifenolik maddelerin büyük bir kısmının flavonoid yapıda olduğundan ilave edilen propolis düzeyine bağlı olarak örneklerdeki flavonoid içeriği arttığında toplam fenolik madde içeriği de artmıştır. Toplam flavonoid madde ile süre ve MPE düzeyi arasındaki ilişki incelendiğinde, toplam flavonoid maddenin süre

ile ilişkisi kuvvetli ve ters iken, MPE düzeyi ile zayıf ve pozitif bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Puding örneklerinin toplam flavonoid madde miktarlarındaki değişimin %21'inin MPE düzeyi, %71'inin ise depolama süresi ile açıklanabildiği görülmüştür (Şekil 14).



Şekil 14. Toplam flavonoid madde ile MPE (%) düzeyinin ve sürenin ilişkisi (The relationship between total flavonoid substance and MPE (%) level and duration)

Antioksidan aktivite (%inhibisyon) ile toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.05$) bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarları arasında doğru orantılı kuvvetli bir ilişki olduğu görülmüştür (Şekil 15).

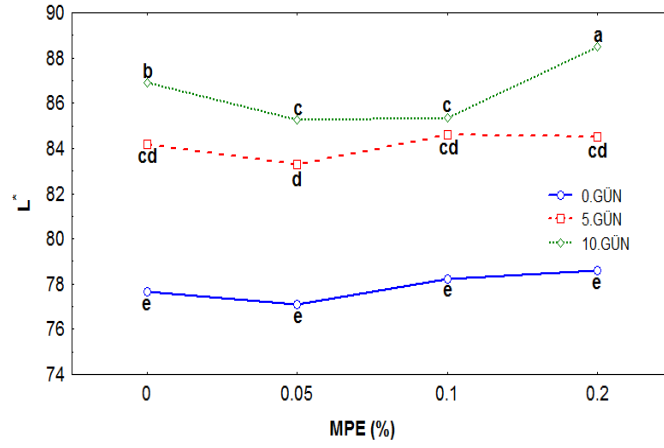


Şekil 15. Antioksidan aktivite ile toplam fenolik ve toplam flavonoid miktarının ilişkisi (Relationship between antioxidant activity and total phenolic and total flavonoid content)

Farklı oranlarda kurutulmuş yaban mersini ilaveli muffin tipi kek örneklerindeki toplam fenolik madde içeriği arttıkça antioksidan aktiviteninde arttığı tespit edilmiştir (Işık vd., 2017). Hacıbektaşoğlu (2019) farklı oranlarda şeker ve fenolik madde içeren kırmızı pancar ilave ederek ürettiği dondurma örneklerinde antioksidan aktivite değerinin (%inhibisyon) 13.66 ± 0.05 ile 27.98 ± 0.15 aralığında değiştiğini tespit etmiştir. Fenolik madde ile antioksidan kapasite arasındaki ilişkinin önemli olduğunu ifade etmiştir ($p < 0.05$). Puding örneklerinde ilave edilen propolis düzeyine bağlı olarak fenolik ve flavonoid madde miktarlarında meydana gelen artış ile antioksidan aktivitenin artması, propolisin bünyesinde bulunan fenolik asitler, flavanoller, flavonoidler, antosiyaninlerin gibi bileşiklerden kaynaklanmaktadır.

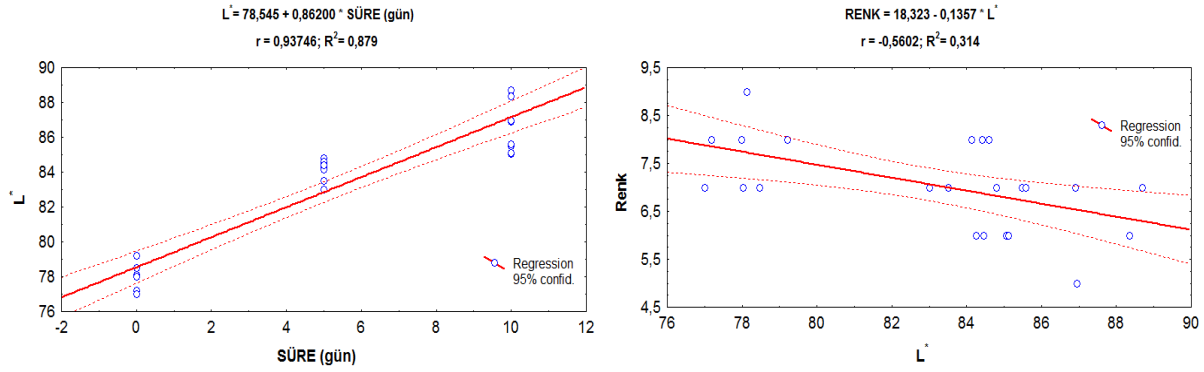
4.4 Mikroenkapsüle Propolis Ekstraktı (MPE) İlave Edilerek Üretilmiş Muz Aromalı Pudinglerin Renk Özellikleri (Color properties of Microencapsulated Propolis Extract (MPE) Containing Banana Flavored Puddings)

Yapılan varyans analizi sonucunda ilave edilen MPE düzeyinin, depolama süresinin ve MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin L^* değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Tukey testi sonuçlarını gösteren Şekil 16 incelendiğinde ilave edilen MPE düzeyindeki 0. günde puding örneklerinde önemli olmazken, depolama süresindeki artış ile L^* değerlerinde de artış görülmüştür.



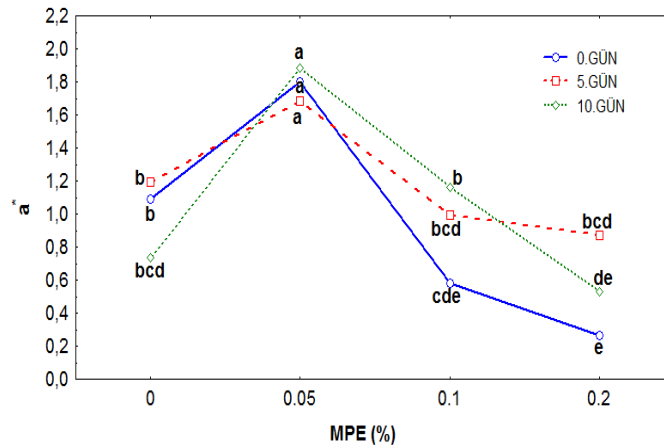
Şekil 16. L* değeri üzerine MPE düzeyi x depolama süresinin etkisinin etkisi (farklı harflerle gösterilen değerler p<0.05 düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of the interaction of MPE level x storage time on L* value (values indicated with different letters differ from each other at p<0.05))

L* değeri ile süre arasındaki korelasyon incelendiğinde, depolama süresi ile L* değeri arasında doğru orantılı kuvvetli bir ilişki ($r=0.937$) olduğu görülmektedir. Depolama süresinde meydana gelen her bir birimlik artış L* değerinde 0.862 birimlik bir artışa neden olmaktadır. L* değerinin süreye bağlı olarak artışı duysal değerlendirmede görsel olarak puding örneklerinde beğeniyi azalttığı görülmektedir (Şekil 17).



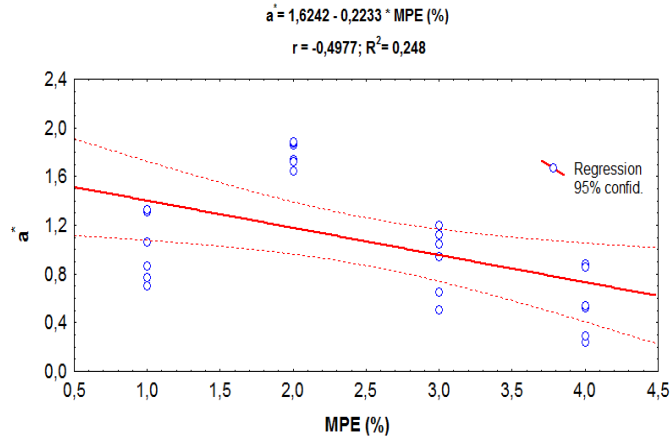
Şekil 17. L* değeri ile depolama süresi ve duysal renk arasındaki ilişkisi (Relationship between L* value, storage time and sensory color)

Puding örneklerinde %0.05 MPE içeren örneklerin depolama süresinde önemli bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür. İlave edilen MPE düzeyinin a* değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 18).



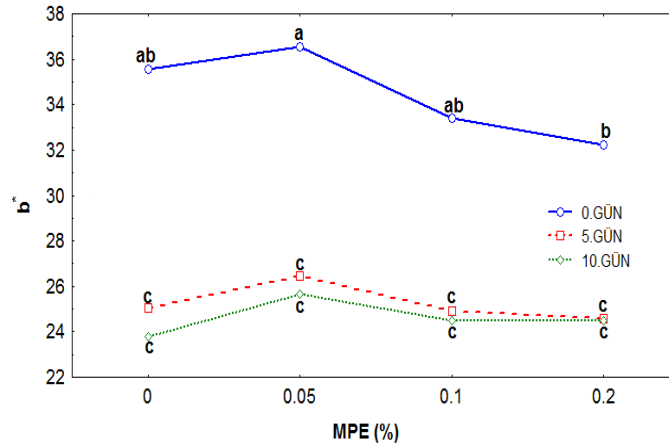
Şekil 18. a* değeri üzerine MPE düzeyi x depolama süresinin etkisinin etkisi (farklı harflerle gösterilen değerler p<0.05 düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of the interaction of MPE level x storage time on a* value (values indicated with different letters differ from each other at p<0.05))

a*değeri ile düzey arasındaki korelasyon incelendiğinde, ilave edilen MPE düzeyi ile a*değeri arasında ters orantılı zayıf bir ilişki ($r = -0.498$) olduğu görülmektedir. İlave edilen düzeye bağlı olarak a*değerinde azalışın meydana geldiği görülmektedir (Şekil 19).



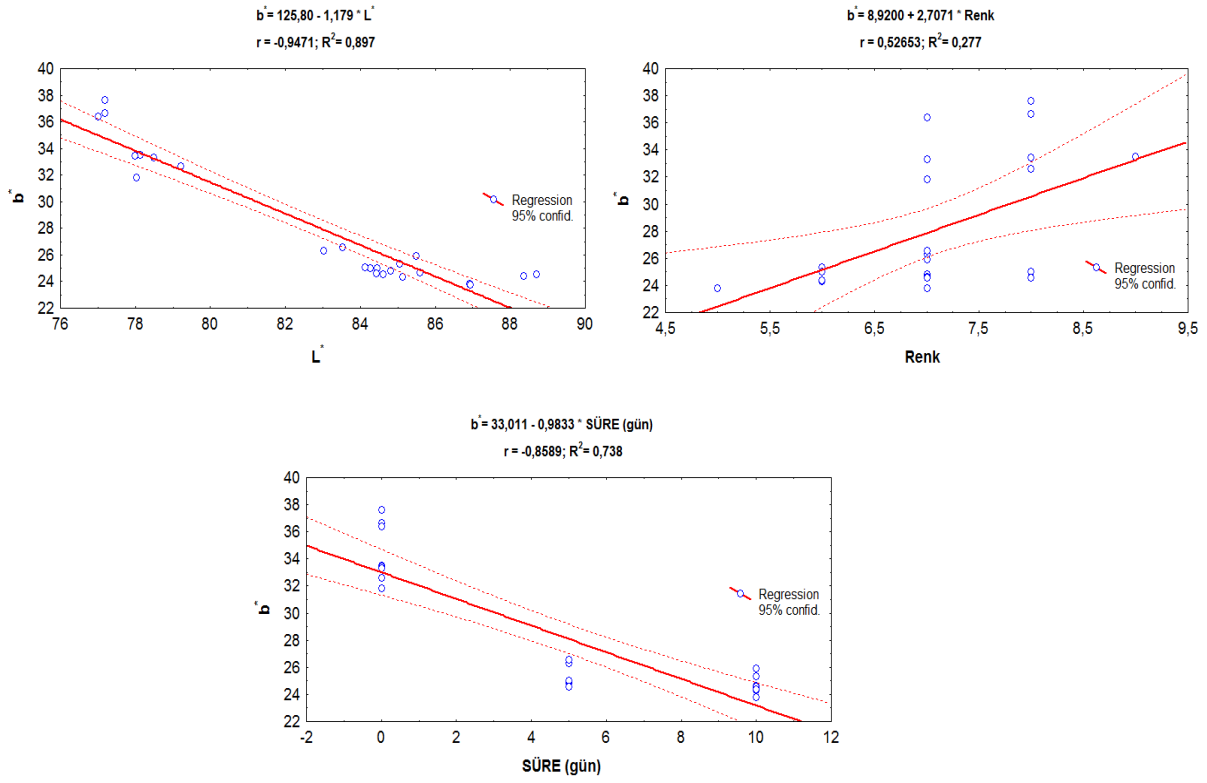
Şekil 19. a* değeri ile % MPE düzeyi arasındaki ilişkisi (Relationship between a* value and % MPE level)

Puding örneklerinde depolama süresi boyunca en düşük b* değerleri kontrol örneğinde gözlemlenmiştir. Depolamanın 5. ve 10. gününde ilave edilen MPE düzeyinin istatistiksel olarak farklılığa neden olmadığı görülmektedir (Şekil 20). Yapılan varyans analizi sonucunda ilave edilen MPE düzeyinin ve depolama süresinin b*değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).



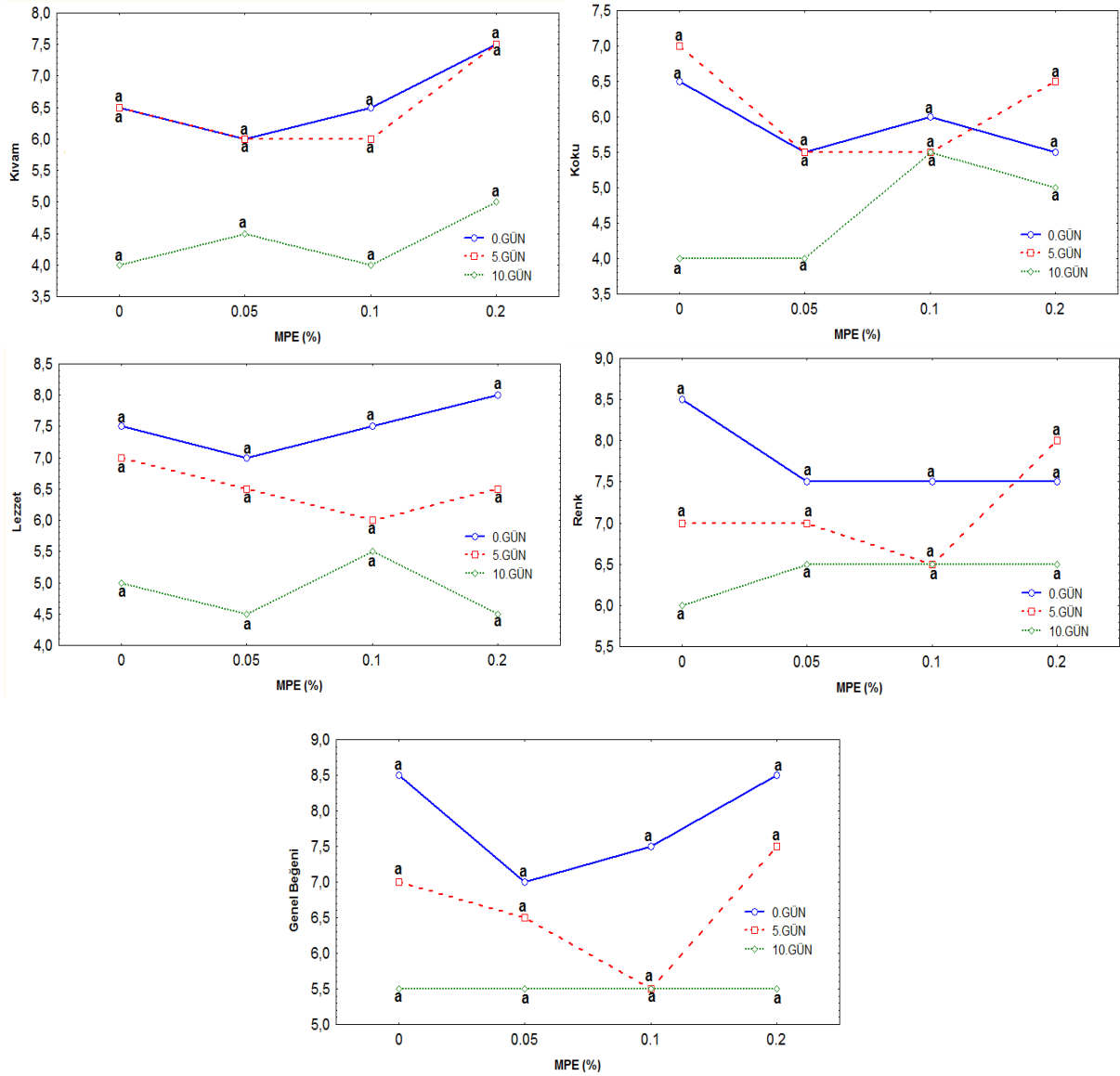
Şekil 20. b* değeri üzerine MPE düzeyi x depolama süresinin etkisinin etkisi (Farklı harflerle gösterilen değerler $p < 0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of the interaction of MPE level x storage time on b* value (Values indicated with different letters are different from each other at $p < 0.05$))

b* değeri ile süre ve renk (duyusal) arasındaki korelasyon incelendiğinde, depolama süresi ile b* değeri arasında ters orantılı kuvvetli bir ilişki ($r = -0.859$) olduğu görülmektedir. Depolama süresine bağlı olarak b* değerinde azalış meydana gelmektedir (Şekil 21). b* değerinde meydana gelen artış duyusal değerlendirmede görsel olarak (renk) puding örneklerinde beğeniyi azaltmaktadır. Duyusal olan renk kriteri ile sarılık değeri b* arasında doğru orantılı kuvvetli bir ilişki ($r = 0.526$) vardır (Şekil 21). Aydınlik derecesinde meydana gelebilecek bir birimlik artışın ise b*değerinde 1.179 birimlik azalışa neden olacağı görülmektedir (Şekil 21).



Şekil 21. b^* değeri ile (a) L^* değeri, (b) duyuşal renk ve (c) süre arasındaki ilişki

Depolama süresinin 0., 5. ve 10. gününde yapılan duyuşal değerlendirmede örneklerinin genel beğeni değerlendirmesinde en düşük puanı depolamanın 10. gününde %0.05, %0.1 ve %0.2 MPE içeren puding örnekleri almıştır. Genel beğeni açısından en çok beğenilen puding örneği 0. günde kontrol örneği olmuştur. Rahim ve Ova (2016) safran ilave ederek ürettiği puding örneklerinde ilave edilen safran miktarı arttıkça duyuşal özelliklerden genel beğenin arttığını ifade etmişlerdir. Başka bir çalışmada farklı oranlarda maca tozu ve propolis kullanılarak üretilen yoğurtlarda en beğenilen sade yoğurt olurken sırası ile %5 maca tozu kullanılan ardından %0.05 propolis ilave edilen yoğurt örnekleri beğenilmiştir (Bilici, 2017). Yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresinin duyuşal değerlendirme parametreleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). İlave edilen MPE düzeyinin duyuşal değerlendirme parametreleri üzerinde önemli bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür (Şekil 22). Duyuşal değerlendirme ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde, Şekil 17(b)'de görüldüğü gibi cihaz ile yapılan renk analizi (L^*) ve duyuşal olarak yapılan renk analizi arasında ters orantılı bir ilişki ($r = -0.550$) ve Şekil 21(b)'de görüldüğü gibi cihaz ile yapılan renk analizi (b^*) ve duyuşal olarak yapılan renk analizi arasında doğru orantılı bir ilişki ($r = 0.527$) olduğu görülmektedir. Viskozite ile duyuşal kıvam arasında ise doğru orantılı zayıf bir ilişki ($r = 0.488$) olduğu görülmektedir (Şekil 15).



Şekil 22. Duyusal değerlendirme (kıvam, koku, lezzet, renk, genel beğeni) üzerine MPE düzeyi x depolama süresinin etkileşiminin etkisi (farklı harflerle gösterilen değerler $p < 0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır) (The effect of the interaction of MPE level x storage time on the functional evaluation (consistency, odour, flavor, color, general taste) (values indicated with different letters differ from each other at the $p < 0.05$ level))

4.5 Mikroenkapsüle Propolis Ekstraktı (MPE) İlave Edilerek Üretilmiş Muz Aromalı Pudinglerin Mikrobiyolojik Özellikleri (Microbiological Properties of Microencapsulated Propolis Extract (MPE) Containing Banana Flavored Puddings)

Çalışmada Plate Count Agar'a yapılan ekim sonrasında depolama süresince (0. gün, 5. gün ve 10.günde) örneklerin hiçbirinde bakteri gelişimine rastlanmamıştır. Elde edilen bu sonuçtan, puding örneklerinin bakteriyolojik kalitesinin iyi olduğu, üretim sırasında ve sonrasında hijyene önem verildiği ve herhangi bir bulaşmanın olmadığı görülmektedir.

5. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

Bu çalışma sonucunda mikroenkapsüle propolis ekstraktının puding formülasyonuna dahil edilmesiyle tüketilebilir, fonksiyonel bir ürün elde edilmiştir. Doğal bir arı ürünü olan propolis, antimikrobiyal, antiviral, antifungal, antiinflamatuvar, antikanserijen, antioksidan vb. fonksiyonel özellikleriyle öne çıkmaktadır. Ülkemizde çeşitli fonksiyonel bileşenlerin farklı gıda ürünlerinin pek çok farklı özelliklerinin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalara ilaveten, gıdalarda kötü tat ve kokusu nedeniyle saf halde kullanımı sınırlı olan propolisin, enkapsülasyon teknolojisi kullanılarak bir taraftan biyoaktif bileşenleri korunurken, diğer taraftan kötü tat ve kokusu maskelenerek mikroenkapsüle halde puding türü sütlü tatlılarda kullanım potansiyelinin bulunduğu açığa çıkmıştır.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir, çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Ahn, M.R., Kumazawa, S., Usui, Y., Nakamura, J., Matsuka, M., Zhu, F., Nakayama, T., 2007. Antioxidant Activity And Constituents Of Propolis Collected In Various Areas Of China. *Food Chemistry*, 101(4), 1383-1392.
- Anon., 2014. TS EN ISO 7833-1: Mikroorganizmaların Sayımı İçin Yatay Yöntem. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anon., 1990. TS 7998: Toz Puding. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Apaydın, H., 2015. Propolisin Hazır Çorbalardan İzole Edilen *Staphylococcus Aureus* Üzerine İnhibisyon Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi. Tekirdağ.
- Bilici, C., 2017. *Lepidium meyenii* Tozu ve Propolis Ekstraktı İlave Edilerek Fonksiyonel Özellikleri Geliştirilmiş Yoğurt Üretilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul.
- Bostancı, E., 2017. Püskürtmeli Kurutucuda Enkapsüle Edilmiş Propolisin Sakız Üretiminde Kullanım Olasılığının Araştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi. Sivas.
- Burdock, G.A., 1998. Review Of The Biological Properties And Toxicity Of Bee Propolis (Propolis). *Food And Chemical Toxicology*, 36, 347-363.
- Cemeroğlu, B., 2013. Gıda Analizleri. Ankara. Bizim Grup Basımevi.
- Chen, C.N., Wu, C.L., Shy, H.S., Lin, J.K., 2003. Cytotoxic Prenylflavanones From Taiwanese Propolis. *Journal of Natural Products*, 66(4), 503-506.
- Çelik, G., 2016. Fonksiyonel Yeni Süt Ürünleri; Propolis Katkılı Yoğurt Ve Ayrın. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Tunceli Üniversitesi. Tunceli.
- Çıfci, F., 2015. Propolisin Yoğurt Üretiminde Kullanımı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Samsun.
- Çubukçu, S., 2016. Erzurum Piyasasında Tüketime Sunulan Dondurmaların Mikrobiyolojik Kalitesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi. Erzurum.
- Derzazhamshir, M., 2017. Kazeinmakropeptid İçeren Puding Formülasyonunun Geliştirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- Ergül, N., Karakaya, S., 2013. Fenilketonüri Hastaları İçin Maviyemiş (*Vaccinium Corymbosum L.*) İçeren Toz Puding Karışımı Üretimi. *Akademik Gıda*. 11(2). 28-36.
- Gökmen, S., Palamutoğlu, R., Sarıçoban, C., 2012. Gıda Endüstrisinde Enkapsülasyon Uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 36-50.
- Hacıbektaşoğlu, F., 2019. Kırmızı Pancarın Dondurma Üretiminde Kullanım İmkanları Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gümüşhane Üniversitesi. Gümüşhane.
- Işık, F., Urgancı, Ü., Turan, F., 2017. Yaban Mersini İlaveli Muffin Keklerin Bazı Kimyasal, Fiziksel Ve Duyusal Özellikleri. *Akademik Gıda*, 15(2), 130-138.
- Ivanova, E., Tenou, E., Poncelet, D., 2005. Encapsulation Of Water Sensitive Products: Effectiveness And Assessment Of Fluid Bed Dry Coating. *Journal Of Food Engineering*, 71, 223-230.
- Karakaş, S., 2012. Türk Propolisinin Ticari Bitkisel Yağlarda Çözünürlüğünün İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Trabzon.
- Karakuş, M. Ş., 2013. Prebiyotik Lif İçeren *Stevia* Özünü İlalesinin Çilek Aromalı *Acidophilus-Bifidus* Yoğurtlarının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi. Şanlıurfa.
- Karaoğlu, E., 2011. Lipofilik Maddelerin Aljinat Kitosan Membranlı Sıvı Çekirdekli Enkapsülasyonu. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- Koç, M., Sakin, M., Kaymak-Ertekin, F., 2010. Mikroenkapsülasyon Ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 77-86.
- Koo, H., Gomes, B.P.F.A., Rosalen, P.L., Ambrosano, G.M.B., Park, Y.K., Cury, J.A., 2000. In Vitro Antimicrobial Activity Of Propolis And Arnica Montana Against Oral Pathogens. *Archives Of Oral Biology*, 45, 141-148.
- Laskar, R.A., Sk. I., Roy, N., Begum, N.A., 2010. Antioxidant Activity Of Indian Propolis And Its Chemical Constituents. *Food Chemistry*, 122, 233-237.
- Markham, K.R., Mitchell, K.A., Wilkins, A.L., Daldy, J.A., Lu, Y., 1996. HPLC And GC-MS Identification Of The Major Organic Constituents In New Zealand Propolis. *Phytochemistry*, 42, 205-211.
- Marquele, F.D., Stracieri, K.M., Fonseca, M.J.V., Freitas, L.A.P., 2006. Spray-Dried Propolis Extract. I: Physicochemical And Antioxidant Properties. *Pharmazie*, 61, 325-330.
- Messery, T. M., Said, M. M., Demircan, E., Özçelik, B., 2019. Microencapsulation Of Natural Polyphenolic Compounds Extracted From Apple Peel And Its Application In Yoghurt. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 18(1), 25-34.
- Mol, Z., 2016. Kırmızı Lahana (*Brassica oleracea L.*)'dan Ekstrakte Edilen Antosiyaninler İle Doğal Mavi Renk Maddesi Üretimi Ve Enkapsülasyon Tekniği İle Stabilitésinin Artırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Samsun.
- Moreno, M.I.N., Isla, M.I., Cudmani, N.G., Vattuone, M.A., Sampietro, A.R., 1999. Screening Of Antibacterial Activity Of Amaicha Del Valle (Tucumán. Argentina) Propolis. *Journal Of Ethnopharmacology*, 68, 97-102.
- Nagaoka, T., Banskota, A. H., Tezuka, Y., Midorikawa, K., Matsushige, K., Kadota, S., 2003. Caffeic Acid Phenethyl Ester (CAPE) Analogues: Potent Nitric Oxide Inhibitors From The Netherlands Propolis. *Biological And Pharmaceutical Bulletin*, 26, 487-491.

- Nori, M.P., Favaro-Trindade, C.S., Alencar, S.M., Thomazini, M., Balieiro, J.C.C., Castillo, C.J.C. , 2011. Microencapsulation Of Propolis Extract By Complex Coacervation. *Food Science And Technology*, 44, 429-435.
- Okurkan, M., 2018. Karamuk (*Berberis crataegina*) Antosiyaninlerinin Enkapsülasyonu Ve Dondurma Üretiminde Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi. Sivas.
- Popova, M. Silici, S., Kaftanoğlu, O., Bankova, V., 2005. Antibacterial Activity Of Turkish Propolis And Its Qualitative And Quantitative Chemical Composition. *Phytomedicine*, 12, 221-228.
- Rahim, S.C., Ova, G., 2016. İran Ve Türkiye Safranları Kullanılarak Yapılan Pudinglerde Dokusal Kalite Özelliklerindeki Değişimlerin Objektif Ve Subjektif Yöntemlerle İncelenmesi. *Akademik Gıda*, 14(4), 388-392.
- Sforcin, J.M., Fernandes, A.Jr., Lopes, C.A.M., Bankova, V., Funari, S.R.C., 2000. Seasonal Effect On Brazilian Propolis Antibacterial Activity. *Journal Of Ethnopharmacology*, 73(1-2), 243-249.
- Tokatlı, F., 2011. Geleneksel Olarak Üretilen Kış Yoğurdunun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik, Duyusal Özellikleri Üzerinde Depolamanın Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi. Kayseri.
- Yangı, B. , 2012. Propolis Ekstresinin Deneysel İnflamasyon Ve Antioksidan Sistem Üzerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi. Eskişehir.
- Yavuz, C., 2011. Türkiye'nin Bazı İllerinden Toplanan Propolislerin Antimikrobiyal, Antioksidan Aktiviteleri Ve Biyoaktif Bileşenlerinin Tayini. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi. Ordu.