

Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*) Renk Maddelerinin Mikroenkapsülasyonu

Seda ERSUS BİLEK¹, İdil TEKİN¹, Kardelen ÖZCAN¹¹Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, İZMİR
seda.ersus@ege.edu.tr (Sorumlu Yazar)

Özet

Biyoaktif maddelerce zengin maviyemiş meyvesi mor renkli ve renk maddesi içeriği açısından zengin bir meyvedir. Bu meyvenin gıdalarda doğal renklendirici olarak kullanılması amacıyla meyve homojen hale getirilerek farklı kaplama maddeleri ile matris oluşturması ve stabilitesinin artırılması amaçlanmıştır.

Maviyemiş renk maddeleri iki farklı yöntemle dayanıklı hale getirilmiştir. Bunlar; (i) Sodyum aljinat kullanılarak boncuk yöntemi, (ii) Peynir altı suyu proteini izolatu kullanılarak ısıl jelleşme yöntemidir. Elde edilen kapsüller ve hammaddede antosiyanin, toplam fenolik madde, flavanoid madde miktarları analizleri yapılmıştır. Ayrıca hammaddede için pH değeri, renk, asitlik, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, askorbik asit değerleri belirlenmiştir. Maviyemiş renk maddelerinin boncuk yöntemiyle mikroenkapsülasyonu ile elde edilen kapsüllerin doğal renklendirici olarak kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir. ısıl jelleşme ile elde edilen kapsüllerde ise yeterli renk maddesinin enkapsüle edilemediği görülmüştür.

Mikroenkapsülasyon yöntemi ile maviyemiş renk maddelerinin sıvı formdan katı forma geçişi sağlanmış ve gıdalarda renklendirici olarak kullanımı amacıyla dayanıklı formda yeni bir ürün ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Maviyemiş, mikroenkapsülasyon, peynir altı suyu proteini, sodyum aljinat.

Microencapsulation of Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) Colorants

Abstract

Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) was microencapsulated with sodium alginate and whey protein isolate for production of natural colorant. Microencapsulation technique is used for transformation of liquid phase to solid phase, prevention of the oxidation and increase stability of natural food colorants.

Blueberry colorants were microencapsulated by two different methods which are alginate beads and heat gelation with whey protein isolate. Anthocyanin, total phenolic and flavonoid contents of raw material and capsules were determined. Also, pH value, color values, total acidity, soluble dry matter, total dry matter and ascorbic acid contents were determined. Blueberry colorants which obtained by alginate beads was determined to be suitable for use as natural colorants. However, heat gelation with whey protein isolate could not maintained enough capsulation of blueberry colorants, no absorbance value was able to be measured in capsules.

Keywords: Blueberry, microencapsulation, whey protein, sodium alginate.

1. Giriş

Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*) ılıman iklim kuşağına adapte olmuş bir bitki türü olup botanik olarak meyvesi gerçek üzümler grubunda yer almaktadır. Ülkemizde Karadeniz Bölgesinde Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Ordu, Samsun olmak üzere 2016 yılı itibarıyla yaklaşık 500 hektarlık arazide yetiştirilmektedir. Nemli ve rakımı yüksek kesimlerde doğal olarak yetişen türleri bulunmaktadır. Maviyemiş yoğun renk içeriği nedeniyle insan sağlığı ve beslenmesi için önemli meyveler arasında sayılabilir. Yapılan araştırmalarda 145 gram maviyemişin, 21 gram karbonhidrat, 1 gram protein, 0,5 gram yağ, 19 miligram C vitamini, 145 IU A vitamini ve 85 kalori içerdiği belirtilmektedir. Ayrıca, 100 gram yenilebilir maviyemişin %83'ünün su, %15'inin karbonhidrat, %0.7'sinin protein, %0.5'inin yağ, %1.5 lif içerdiği ve 62 kalori enerji verdiği bilinmektedir. Yüksek miktarda antosiya-

nin, fenolik ve flavonoid madde içeriği nedeniyle sağlık üzerine olumlu etkileri olan maviyemiş anti-kanserojen ve antioksidan özelliğe sahiptir. Besleyici olmasına rağmen kalori ve sodyum içeriği düşüktür. Kan şekerini düşürür, lifli yapıdan dolayı bağırsak metabolizmasını düzenler ve kan kolesterolünü düşürür (Anonim, 2016a; Anonim, 2016b).

Maviyemiş vücutta biyoaktif madde olarak kullanılan polifenoller, antosiyaninler, flavanoller ve tanenlerce zengindir. Bu biyoaktif maddelerden antosiyaninler sağlık üzerine olumlu etki göstermesinin yanı sıra gıdalarda doğal renk maddesi olarak kullanılması da mümkündür. Ancak her doğal renk maddesinde olduğu gibi maviyemiş renk maddelerinin de hücre dışında stabilitesi düşmektedir. Bu nedenle stabilitesinin artırılması gerekmektedir.

Mikroenkapsülasyon tekniği renk maddesi gibi duyarlı bileşenlerin dış ortamdan ve özellikle

nem, pH ve oksidasyondan korunarak stabilite-
lerinin artırılmasını sağlayan yöntemlerden biri-
dir (Dubey vd., 2009; Nesterenko vd., 2012).
Mikroenkapsülasyon teknolojisi gıda endüstri-
sinde uzun yıllardan beri kullanılmakta olup son
yıllarda fonksiyonel gıdaların öneminin artma-
sıyla birlikte sektörde daha fazla kullanılmaya
başlanılmıştır (Kunz vd., 2003). Bileşenleri en-
kapsüle etmek için püskürtmeli kurutma, püs-
kürtmeli soğutma/dondurma, akışkan yatak,
koaservasyon/faz ayırma, jelleşme, çözücü eva-
porasyonu, süperkritik akışkan genleşmesi, ara
yüzey polimerizasyonu (polikondansasyon),
emülsiyon polimerizasyonu ve ekstrüzyon gibi
çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Belirli bir
işlem için mikroenkapsülasyon tekniği seçimi,
mikropartiküller için gerekli olan boyut, biyou-
yumluluk ve biyobozunurluğa, çekirdek ve du-
var malzemesinin fizikokimyasal özelliklerine,
mikrokapsüllerin uygulama alanına, aktif madde
salınımı için öne sürülen mekanizmaya ve işlem
maliyetlerine bağlıdır (Augustin vd., 2006; Beni-
ta, 2006; Dubey vd., 2009; Gouin, 2004; Munin
and Edwards-Lévy, 2011; Jyothi vd., 2010; Nes-
terenko vd., 2012; Ünal ve Erginkaya, 2010).

Bu çalışmada maviyemiş renk maddesi olarak
kullanılmak üzere, sodyum aljinat kullanılarak
boncuk yöntemi ve peynir altı suyu proteini
izolatı kullanılarak ısıl jelleşme yöntemi ile day-
nıklı hale getirilmiştir. Bu iki yöntemin maviye-
miş renk maddeleri için uygun mikroenkapsül-
asyon yöntemleri olup olmadığı araştırılmıştır.

2. Materyal Metot

2.1. Mikroenkapsülasyon Metotları

Çalışmada Rize ilinden temin edilen maviyemiş
(*Vaccinium corymbosum*) meyvesi kullanılmış-
tır. Yıkanan ve ayıklanan meyveler analizler
gerçekleştirilinceye kadar +4 °C'de muhafaza
edilmiştir. Maviyemiş renk maddelerinin boncuk
yöntemiyle mikroenkapsülasyonu için meyveler
pulpu haline getirilmiş 10 g maviyemiş pulpu
direkt olarak 100 mL %2 (w/v) sodyum aljinat
çözeltisi içinde sürekli karıştırılarak eklenmiştir.
Bu karışım şırınga kullanılarak %3'lük (w/v)
CaCl₂ içine damlatılmıştır. Oluşan boncuklar 30
dak. boyunca aljinatın sertleşmesi amacıyla
CaCl₂ çözeltisi içinde bekletilmiş ve aljinat bon-
cukları distile su ile yıkanarak CaCl₂ çözeltisinin
fazlası uzaklaştırılmıştır.

Peynir altı suyu proteini kullanılarak gerçekleştirilen
ısıl jelleşme yönteminde ise meyve pulpu diğ-
er yöntemle benzer şekilde 10 g alınarak 100
mL %30 (w/w) protein içeren stok çözelti içeri-
sine eklenmiştir. Son protein içeriği %20 ve pH
değeri 1,5 olana kadar karışıma 3 M HCl eklen-
miştir. Karışım, çözünmeyen fraksiyonların
uzaklaştırılması için 4100 rpm de 2 dak. süresin-
ce 2 defa santrifüj edilmiştir. Üst faz, 50°C'deki
ayçiçek yağı ile 1:1 oranında karıştırılmıştır. Sı-

caklığı 50 °C'den 80°C'ye çıkarmak amacıyla 6
dak. boyunca ısıtılmıştır. Jel oluşumunu gözlem-
lemek amacıyla 10 dak. 80°C'de sabit tutulmuş
ve ardından 20 °C'ye soğutulmuştur. Ortamdan
yağın uzaklaştırılması için 1000 rpm'de 2 dak.
santrifüj edilmiştir. Mikrokapsüller 2 kez seyrel-
tik hidroklorik asit (% 0.4 NaCl, pH: 1.5) ile yı-
kanmış ve vakumlu etüvde 50 °C' de 1 gece
boyunca kurutulmuştur.

Elde edilen mikrokapsüller ve hammadde özel-
liklerinin karşılaştırılması amacıyla renk değerle-
ri, antosiyanin, toplam fenolik ve flavanoid mad-
de miktarları belirlenmiştir. Ayrıca hammadde-
nin pH, titre edilebilir asitlik, toplam kuru mad-
de, suda çözünür kuru madde, renk değerleri ve
askorbik asit miktarı ölçülmüştür.

Antosiyanin, toplam fenolik ve flavanoid madde
miktarlarının belirlenmesi amacıyla mikrokapsül-
ler ve hammadde %80'lik etanol : 1,5 N HCl
(85:15) çözeltisi kullanılarak ekstrakte edilmiştir.

2.2. Analiz Metotları

Antosiyanin madde miktarı pH diferansiyel me-
todu uygulanarak belirlenmiştir. Ekstrakt 0,025
M potasyum klorür (pH=1) ve 0,4 M Sodyum
asetat (pH=4,5) ile ayrı ayrı karıştırılarak spektro-
fotometre yardımıyla 510 ve 700 nm'de absor-
bansları belirlenmiş ve monometrik antosiyanin
miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

Toplam fenolik madde miktarı Singleton ve
Rossi (1965)'te belirtilen Folin- Ciocalteu meto-
du modifiye edilerek belirlenmiştir. 2,37 mL saf
su içeren test tüpüne önce 30 µL ekstrakt sonra
150 µL Folin-Ciocalteu ayırıcı eklenmiş ve tüp
vortekslelendikten sonra 8 dak. karanlıkta tutul-
muştur. Sonra 0.45 mL doymuş sodyum karbo-
nat eklenmiş, tekrar vortekslelendikten sonra 30
dakika karanlık ortamda tutulmuştur. Aynı işlem
kör hazırlamak için uygulanmış; 30 µL ekstrakt
yerine saf su kullanılmıştır. Örnekler 3 paralel
olarak hazırlanıp, absorbans değerleri 750 nm
de köre karşı UV-Visible spektrofotometrede
okunmuştur. Kalibrasyon eğrisi için farklı kon-
santrasyonlarda gallik asit çözeltileri (50, 100,
200, 300, 400, 500 g/mL) hazırlanmış ve aynı
işlemler bu çözeltiler için de uygulanarak gallik
asit standart eğrisi çizilmiştir (Cemeroğlu, 2010).
Sonuçlar mg gallik asit eşdeğer/100g (mg
GAE/100g) olarak ifade edilmiştir.

Flavanoid madde miktarı analizinde ise 0,5 mL
seyreltilmiş ekstrakt alınarak 2,5 mL saf su ile
karıştırılmış ve 150 µL %5'lik NaNO₂ eklenmiş-
tir. 6 dak. boyunca karanlıkta bekletildikten son-
ra 300 µL %10'luk AlCl₃.6H₂O eklenmiş ve 5
dak. daha bekletilmiştir. Bekleme süresinin ar-
dından 1 mL 1 M NaOH eklenmiş ve saf su ile
5mL'ye tamamlanmıştır. Absorbans değerleri
510 nm de köre karşı UV-Visible spektrofoto-
metrede okunmuştur. Kalibrasyon eğrisi için
farklı konsantrasyonlarda kateşin çözeltileri (50,

100, 200, 300, 400, 500 g/mL) hazırlanmış ve aynı işlemler bu çözeltiler için de uygulanarak kateşin standart eğrisi çizilmiştir. Sonuçlar mg kateşin eşdeğer/100g (mg CE/100g) olarak ifade edilmiştir (Liu et. al, 2002).

3. Bulgular ve Tartışma

Hammaddeye ait analiz sonuçları Çizelge 1'de mikrokapsüllere ait analiz sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir. Maviyemiş renk maddelerinin boncuk yöntemiyle mikroenkapsülasyonu kapsül oluşumu gözlenirken ısı jelleşme yönteminde ise yeterli renk maddesinin enkapsüle edilememesinden dolayı kapsül oluşumu gözlenmemiştir.

Yapılan renk tayini sonucunda hammaddeye ait renk değerleri L*, a*, b* sırasıyla; 7,68, 15,91, 5,89'dir. Sodyum aljinat ile hazırlanan mikrokapsüllere ait renk değerleri L*, a*, b* sırasıyla; 24,58, 9,44, 5,89'dir. Peynir altı suyu proteini ile hazırlanan mikrokapsüllere ait renk değerleri L*, a*, b* sırasıyla; 71,54, 21,58, 2,94'dir. Sonuçlar değerlendirildiğinde L* ve a* değerleri üç örnek için istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur. b* değeri için hammadde ve sodyum aljinat kullanılarak elde edilen kapsüller arasında istatistiksel açıdan farklılık gözlenmezken peynir altı suyu proteini ile hazırlanan kapsüller diğer iki örnek ile istatistiksel açıdan farklılık göstermektedir.

Antosiyanin madde miktarları hammadde 374,90 mg/L sodyum aljinat ile hazırlanan mikrokapsüllerde ise 45,01 mg/L bulunmuştur. Hammaddenin sahip olduğu toplam antosiyanin miktarının %12 'si kapsüle edilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarları hammadde 357,85 mg GAE/100g sodyum aljinat ile hazırlanan mikrokapsüllerde ise 318,74 mg GAE/100g bulunmuştur. Hammaddenin sahip olduğu toplam fenolik madde miktarının %89 'u kapsüle

Çizelge 1. Hammaddeye ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Özellik	Hammadde
pH değeri	3,24±0,04
Titre Edilebilir Asitlik (%) (sitrik asit cins.)	1,14±0,02
Suda Çözünür Kuru Madde ("Brix)	11,05±0,05
Toplam Kuru Madde (%)	14,79±0,02
Askorbik Asit (mg/100g)	37,81±0,05
Renk Değerleri	L* 7,68±0,09 a* 15,91±0,02 b* 5,89±0,14
Antosiyanin Miktarı (mg/L)	374,90±0,07
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)	357,85±0,02
Flavanoid Miktarı (mg CE/ 100g)	287,97±0,02

Çizelge 2. Mikrokapsüllerin analiz sonuçları

Özellik	Sodyum Aljinat Boncukları	Peynir Altı Suyu Proteini Kapsülleri
Renk Değerleri	L* 24,58±0,03 a* 9,44±0,02 b* 5,89±0,14	71,54±0,04 21,58±0,02 2,94±0,01
Antosiyanin Miktarı (mg/L)	45,01±0,05	nd
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)	318,74±0,03	nd
Flavanoid Miktarı (mg CE/100g)	256,68±0,04	nd
nd : belirlenmedi		

edilmiştir.

Toplam flavanoid madde miktarları hammadde 287,97±0,02 mg CE/100g sodyum aljinat ile hazırlanan mikrokapsüllerde ise 256,68±0,04 mg CE/100g bulunmuştur. Hammaddenin sahip olduğu toplam flavanoid madde miktarının %89 'u kapsüle edilmiştir.

Analiz sonuçları doğrultusunda, sodyum aljinat kullanılarak elde edilen kapsüller ve hammadde karşılaştırıldığında fenolik ve flavanoid madde içeriklerinin yüksek oranda korunduğu görülmüştür. Kalite özellikleri açısından sodyum aljinat kullanımının maviyemiş için uygun bir kaplama materyali olduğu belirlenmiştir.

Díaz-Mula ve arkadaşları'nın (2012) vişne ile yaptıkları çalışmada kaplama materyali olarak sodyum aljinat kullanılmıştır. Elde edilen son ürün doğrultusunda, renk ve fenolik madde miktarlarının korunması açısından sodyum aljinatın uygun bir kaplama materyali olduğunu bulgulamışlardır.

Koca yemiş (*Arbutus unedo L.*) ile yapılan bir çalışmada, kalite karakteristiklerinin korunmasında kaplama materyali olarak sodyum aljinat kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sodyum aljinatın, kaplama materyali olarak kullanılan diğer polisakkaritlere göre daha ucuz olması nedeniyle de tercih edilebileceği belirtilmiştir (Guerreiro vd., 2015).

Maviyemiş ile yapılan başka bir çalışmada ise, kaplama materyali olarak sodyum aljinat kullanılmış ve depolama süresince kalite karakteristikleri izlenmiştir. Sonuç olarak, sodyum aljinat kullanımının depolama süresince bozulma hızını azaltarak kalite karakteristiklerinin korunmasında yardımcı olduğu belirlenmiştir (Chiabrando ve Giacalone, 2015).

4. Sonuç

Mikroenkapsülasyon tekniği renk maddesi gibi duyarlı bileşenlerin dış ortamdan ve özellikle nem, pH ve oksidasyondan korunarak stabilite-lerinin artırılmasını sağlayan yöntemlerden biri-

dir. Bu çalışma kapsamında mikroenkapsülasyon tekniklerinden farklı iki tanesi denenmiş ve elde edilen ürünlerin doğal renklendirici olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Maviyemiş renk maddelerinin boncuk yöntemiyle mikroenkapsülasyonu ile elde edilen kapsüllerin doğal renklendirici olarak kullanımının uygun olduğu belirlenirken ısı jelleşme ile elde edilen kapsülde ise yeterli renk maddesinin enkapsüle edilmediği görülmüştür.

Kaynaklar

Anonim 2016a. <http://ormanweb.sdu.edu.tr/ormis/bildiriler/9.pdf>. Erişim Ekim 2016.

Anonim 2016b. <http://arastirma.tarim.gov.tr/findik/Menu/37/Maviyemis>. Erişim Ekim 2016.

Augustin MA, Sanguansri L, Bode O 2006. Maillard reaction products as encapsulants for fish oil powders. *Journal of Food Science*, 71, 25-32.

Benita S 2006. *Microencapsulation, Methods and Industrial Applications*. 2nd ed. Taylor and Francis Group, New York/London.

Cemeroğlu BS 2010. *Gıda Analizleri*, ANKARA.

Chiabrando V, Giacalone G 2015. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity after fresh storage of blueberry treated with edible coatings. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 66(3), 248-253.

Díaz-Mula HM, Serrano M, Valero D 2012. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. *Food Bioprocess Technology*, 5, 2990-2997.

Dubey R, Shami TC, Bhasker Rao KU 2009. Microencapsulation technology and application. *Defence Science Journal*, 59, 82-95.

Gouin S 2004. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. *Trends Food Science Technology*, 15, 330-347.

Guerreiroa AC, Gagoa CML, Faleiro ML, Miguela MGC, Antunesa MDC 2015. The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage. *Postharvest Biology and Technology*, 100, 226-233.

Jyothi NVN, Prasanna PM, Sakarkar SN, Prabha KS, Ramaiah PS, Srawan GY 2010. Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. *Journal of Microencapsulation*, 27, 187-197.

Munin A, Edwards-Lévy F 2011. Encapsulation of natural polyphenolic compounds; a review. *Pharmaceutics*, 3, 793-829.

Nesterenko A, Alric I, Silvestre F, Durrieu V

2012. Vegetable proteins in microencapsulation: A review of recent interventions and their effectiveness. *Industrial Crops and Products*, 42, 469-479.

Ünal E, Erginkaya Z 2010. Probiyotik Mikroorganizmaların Mikroenkapsülasyonu. *GIDA*, 35 (4), 297-304.